

T.C. GALATASARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KALİTE İŞLEV KONUŞLANDIRMA SÜRECİNDE
ANALİTİK YÖNTEMLER
(LES APPROCHES ANALYTIQUES APPLIQUES
EN DEPLOIEMENT DE FONCTION DE QUALITE)

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
BİLİMSEL ARAŞTIRMA MERKEZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End. Müh. S. Emre ALPTEKİN

112311

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 1 Haziran 2001

Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Haziran 2001

Tez Danışmanı : Doç. Dr. E. Ertuğrul KARSAK *E. Karay* 02/07/01

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ethem TOLGA *Tolga*

Prof. Dr. Nahit SERARSLAN *Nahit* 02/07/2001

HAZİRAN 2001

Préface

La compétitivité globale est concernée primordial à la communauté d'ingénierie dans le monde entier. Comme des clients demande de qualité plus haute dans leurs produits et services, ingénieurs doivent garder le pas en améliorant continuellement leurs processus. Pendant des décennies, les entreprises et l'industrie ont concentré leurs efforts de qualité sur leurs produits finals plutôt que les processus utilisés dans les exécutions de jour en jour qui créent ces produits et services.

Le déploiement de fonction de qualité (Quality Function Deployment - QFD) est une adaptation de certains des outils de qualité totale. QFD est un de ces techniques structurées pour la planification et développement des produits qui permet à une équipe de développement d'indiquer clairement les besoins des clients, et alors évaluer chaque produit proposé ou entretenir la capacité systématiquement en termes de son impact sur répondre à ces besoins. Il diffère du concept traditionnel de qualité de cette manière, n'essayant pas de fixer le produit après qu'il est produit. Comme processus interdisciplinaire d'équipe, QFD est employé pour projeter et concevoir les produits ou les services nouveaux ou améliorés.

Je voudrais remercier tous ceux qui ont contribué à mon mémoire. Spécialement M. Doç Dr. E. Ertuğrul KARSAK tout d'abord pour son aide, son soutien et aussi pour m'avoir guidé tout au long de cette recherche, M. Kwang-Jae KIM et M. Anoop DHINGRA pour ses collaborations et contributions.

1 Juin 2001

S. Emre ALPTEKİN

Table des Matières

	Page
Préface	ii
Table des Matières	iii
Liste des Figures	vi
Liste des Tableaux	viii
Résumé	x
Özet	xiii
1. Introduction	1
2. L'Histoire et L'Essentiel de QFD	5
2.1. Introduction.....	5
2.2. L'Histoire de QFD.....	5
2.3. L'Essentiel de QFD.....	8
2.4. L'Utilisation Quotidienne de QFD.....	14
3. Fonctions de QFD dans les Organisations	16
3.1. Introduction.....	16
3.2. Le Défi à l'Organisation.....	16
3.3. Diminuer Les Coûts.....	17
3.4. Augmenter Les Revenus.....	18
3.5. Réduction de Durée de Cycle.....	18
3.6. Le Modèle de Kano.....	20
3.6.1. Exigences Prévues.....	21
3.6.2. Exigences Indiquées.....	22
3.6.3. Exigences Excitantes.....	22
3.7. Relations Entre Le Marché et Exigences Prévues, Exigences Indiquées et Exigences Excitantes.....	24
4. Les Outils de QFD	25
4.1. Introduction.....	25
4.2. Diagramme d'Affinité.....	26

4.3. Diagramme d'Arbre.....	32
4.4. Diagramme de Matrice.....	33
4.5. Matrice de Prioritisation.....	37
5. La Maison de Qualité.....	43
5.1. Introduction.....	43
5.2. Les Besoins des Clients.....	43
5.2.1. Rassembler Les Besoins des Clients.....	44
5.2.1.1. L'Entrevue des Clients.....	44
5.2.1.2. Rassembler Les Plaintes des Clientes.....	45
5.2.2. Trier La Voix du Client dans des Catégories Principales.....	46
5.2.3. Structurer Les Besoins des Clients.....	47
5.3. La Matrice de Planification.....	47
5.3.1. Importance pour Le Client.....	48
5.3.1.1. Importance Absolue.....	49
5.3.1.2. Importance Relative.....	50
5.3.1.3. Importance Ordinale.....	51
5.3.2. Performance de Satisfaction de Client.....	52
5.3.3. Performance Concurrentielle de Satisfaction.....	54
5.3.4. Le But et Taux d'Amélioration.....	55
5.3.5. Point de Ventes.....	56
5.3.6. Poids Crû.....	58
5.3.7. Poids Crû Normalisé.....	58
5.3.8. Poids Crû Normalisé Cumulatif.....	59
5.4. Les Paramètres d'Ingénierie.....	59
5.4.1. Mesures de Performance Supérieure.....	60
5.4.1.1. Définir Le Système des Mesures.....	61
5.4.1.2. Définir Les Mesures.....	62
5.4.2. Fonctions de Produit.....	63
5.5. Les Rapports et Les Priorités.....	64
5.5.1. Priorités des Paramètres d'Ingénierie.....	66
5.5.2. Relations Négative.....	67

5.5.3. Relations Beaucoup à Beaucoup.....	68
5.6. Corrélations Techniques et Corrélations entre Les Besoins des Clients.....	69
5.7. Références Techniques.....	71
5.8. Objectifs.....	72
5.8.1. Objectifs Numériques.....	72
5.8.2. Objectifs Non-Numériques.....	73
6. Application – Processus Analytique de Réseau et Programmation de But de Booléenne.....	75
6.1. Introduction.....	75
6.2. Le Processus Analytique de Réseau.....	76
6.3. La Méthodologie de Décision.....	79
6.4. Exemple Numérique.....	82
6.5. Conclusion.....	92
7. Application – Régression des Ensembles Flous.....	94
7.1. Introduction.....	94
7.2. La Méthodologie de Décision.....	95
7.2.1. Définition de Problème.....	95
7.2.2. Evaluation de Paramètre Fonctionnels des Rapports.....	96
7.2.3. Formulation du Modèle.....	98
7.2.3.1. Paramètres du Système.....	99
7.2.3.2. Fonction d'Objectif.....	100
7.2.3.3. Les Contraintes.....	101
7.3. Exemple Numérique.....	102
7.3.1. Évaluation de Paramètre Fonctionnels des Rapports.....	102
7.3.2. La Fonction d'Objectif et Les Contraintes.....	104
7.3.3. Analyse de Résultats.....	105
7.4. Conclusion.....	106
8. Conclusion.....	107
Bibliographie.....	110
Biographie.....	114

Liste des Figures

	Page
2. L'Histoire et L'Essentiel de QFD	
Figure 2-1. Les processus de QFD.....	8
Figure 2-2. La Maison de Qualité.....	9
Figure 2-3. Matrices en corrélation.....	12
3. Fonctions de QFD dans les Organisations	
Figure 3-1. Le modèle de Kano.....	20
4. Les Outils de QFD	
Figure 4-1. Diagramme d'affinité.....	26
Figure 4-2. Diagramme d'arbre.....	34
Figure 4-3. Diagramme de matrice.....	35
Figure 4-4. Relation binaire.....	36
Figure 4-5. Multiple relation binaire.....	36
Figure 4-6. Symboles graphiques de relation.....	38
Figure 4-7. Valeur numérique de relation.....	39
Figure 4-8. Valeur numérique de figure 4-6.....	39
Figure 4-9. Matrice de priorisation.....	40
Figure 4-10. Multiple matrice de priorisation.....	42
5. La Maison de Qualité	
Figure 5-1. La maison de qualité.....	43
Figure 5-2. Calculatrice des contributions.....	66
Figure 5-3. Relation linéaire.....	68
Figure 5-4. Relation beaucoup à beaucoup.....	69
6. Application – Processus Analytique de Réseau et Programmation de But de Booléenne	
Figure 6-1. Une hiérarchie.....	77
Figure 6-2. Un réseau non linéaire.....	77

Figure 6-3. Représentation par étapes de l'algorithme pour déterminer les paramètres d'ingénierie à considérer en concevant un produit.....	80
Figure 6-4. La présentation de réseau du modèle de QFD.....	80
Figure 6-5. L'interdépendance parmi les besoins clients.....	84
Figure 6-6. La dépendance intérieure parmi les paramètres d'ingénierie.....	86
Figure 6-7. Maison de qualité pour la conception d'un crayon.....	90
7. Application – Régression des Ensembles Flous	
Figure 7-1. La maison de qualité.....	103



Liste des Tableaux

	Page
6. Application – Processus Analytique de Réseau et Programmation de But de Booléenne	
Tableau 6-1. Comparaisons par paires des besoins des clients.....	82
Tableau 6-2. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le besoin de client 'N'enduit pas'.....	83
Tableau 6-3. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le besoin de client 'Le point dure'.....	83
Tableau 6-4. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le besoin de client 'Facile à effacer'.....	84
Tableau 6-5. Les vecteurs propres de colonne en ce qui concerne chaque besoin de client.....	84
Tableau 6-6. Comparaisons par paires des besoins des clients avec le besoin de client 'Facile à se tenir'.....	85
Tableau 6-7. Comparaisons par paires des besoins des clients avec le besoin de client 'N'enduit pas'.....	85
Tableau 6-8. Comparaisons par paires des besoins des clients avec le besoin de client 'Le point dure'.....	85
Tableau 6-9. Comparaisons par paires des besoins des clients avec le besoin de client 'Le point dure'.....	85
Tableau 6-10. La matrice intérieure de la dépendance des besoins de client.....	85
Tableau 6-11. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Longueur'.....	86
Tableau 6-12. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Temps entre les affilages'.....	86
Tableau 6-13. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Poussière de la mine de graphite généré'...	86

Tableau 6-14. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Pages par crayon'	87
Tableau 6-15. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Cycles de pression à effacer'	87
Tableau 6-16. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Poussière de correcteur généré'	87
Tableau 6-17. La matrice intérieure de la dépendance des paramètres d'ingénierie.....	87
Tableau 6-18. Le coût d'unité de paramètres d'ingénierie.....	89
Tableau 6-19. La Solution de ZOGP.....	91
Tableau 6-20. Comparaison de la solution modèle combinée d'ANP et de ZOGP et de la solution d'ANP seulement.....	92
7. Application – Régression des Ensembles Flous	
Tableau 7-1. Paramètres et rapports fonctionnels en utilisant régression linéaire des ensembles flous.....	104
Tableau 7-2. La solution de modèle.....	106

Résumé

La compétitivité globale est concernée primordial à la communauté d'ingénierie dans le monde entier. Comme des clients demande de qualité plus haute dans leurs produits et services, ingénieurs doivent garder le pas en améliorant continuellement leurs processus. Pendant des décennies, les entreprises et l'industrie ont concentré leurs efforts de qualité sur leurs produits finals plutôt que les processus utilisés dans les exécutions de jour en jour qui créent ces produits et services. Les experts conviennent maintenant que se concentrer sur des améliorations des affaires et des processus dans une organisation mèneront au plus significatif, des améliorations de long terme et production des produits de haute qualité.

Pour la plupart des organismes, le procédé de développement de produit ou de service était dans l'existence longtemps avant que le déploiement de fonction de qualité (Quality Function Deployment - QFD) soit venu sur la scène. L'introduction de QFD est souvent visualisée par des réalisateurs comme adjonction - un outil qui doit ou peut être utilisé en plus des procédés existants de développement.

Ce qui fait l'approche de QFD différente des méthodes précédentes de développement est l'analyse systématique des rapports entre les "quoi"s et les "comment"s et l'invitation à accomplir cette analyse systématique à beaucoup de différents points de planification dans le procédé de développement.

Avant QFD, le développement des conditions de produit était une activité mystérieuse confiée à quelques chefs doués. La preuve de leur capacité de répondre aux besoins de client était quelque chose que seulement le temps indique, après le produit avait été construit et vendu.

Avec QFD, le développement des conditions de produit est devenu une série claire

d'étapes que les équipes peuvent suivre. Des décisions peuvent être sauvegardées avec des jugements documentés basés sur une compréhension claire du client. Enfin personne ne peut avoir les moyens de développer les produits ou les services qui ne répondent pas aux besoins de client le moment où ils sont fournis.

Aujourd'hui, son application dépasse considérablement le produit et la conception de service, bien que ces activités soient tout à fait généralement supportées par QFD. QFD a été étendue pour s'appliquer à n'importe quel procédé de planification où une équipe a décidé systématiquement de donner la priorité à leurs réponses possibles à un ensemble donné d'objectifs. Les objectifs s'appellent "quoi"s et les réponses s'appellent les "comment"s. QFD fournit une méthode pour l'évaluation "comment" une équipe devrait mieux accomplir les "quoi"s.

Dans cette thèse, j'ai essayé d'employer des explications détaillées avec des exemples diversifiés pour aider à clarifier les points que QFD est basé au moment. J'espère que ces efforts éclaireront les lecteurs et les aideront à créer une image du cadre.

La thèse est divisée en six parts. Le deuxième chapitre fournit une orientation à QFD avec une brève vue historique suivie avec le concept et les essentiels sur les quelles QFD est basés. En conclusion, ce chapitre discute certaines des moyens où QFD est employé aujourd'hui.

Le troisième chapitre explique le rôle de QFD en termes de problèmes que QFD nous aide à résoudre. Les stratégies commerciales fondamentales pour la compétitivité – décroissance des coûts, croissance des revenus et réduction de l'heure de produire de nouveaux produits et services – peuvent être toutes mises en valeur par QFD. En conclusion, nous explorerons la voix du client basé sur le modèle de Kano pour la satisfaction de client.

Le quatrième chapitre inclue outils des QFD telles que le diagramme d'affinité, le diagramme d'arbre, le diagramme de matrice et le matrice de priorisation destinés

pour fournir un niveau de puissance de résolution des problèmes dans le domaine conceptuel.

Le cinquième chapitre décrit le cœur de QFD, la maison de qualité, l'initiale matrice de QFD, en détail. Il contient toutes les définitions importantes de QFD telles que les besoins des clients, les paramètres d'ingénierie, les corrélations technique, les priorités etc..

Le sixième chapitre, la première application utilise une approche intégrée du processus analytique de réseau (Analytic Network Process – ANP) et de la programmation de but de booléenne (Zero-One Goal Programming – ZOGP) pour incorporer les besoins de client et les paramètres d'ingénierie systématiquement considérant l'interdépendance parmi les besoins de client et les paramètres d'ingénierie avec des limitations de ressource telle que l'extensibilité et le manufacturabilité. L'utilisation des poids d'ANP et la nature objective multiple du problème fournit les solutions faisables et plus conformées.

Le septième chapitre, notre second application, formule et résout le même problème avec une théorie de valeur d'attribut multiple combinée avec la régression des ensembles flous et la théorie des ensembles flous d'optimisation considérant mathématiquement des différences parmi les diverses caractéristiques de performance et le manque de précision inhérent dans le système.

Enfin je veux souligner que, comme outil de développement essentiel, QFD doit être de plus en plus prise son endroit aux compagnies d'aujourd'hui, particulièrement en Turquie, un pays en voie de développement, avec le besoin de nouvelles façons efficaces de produire des produits.

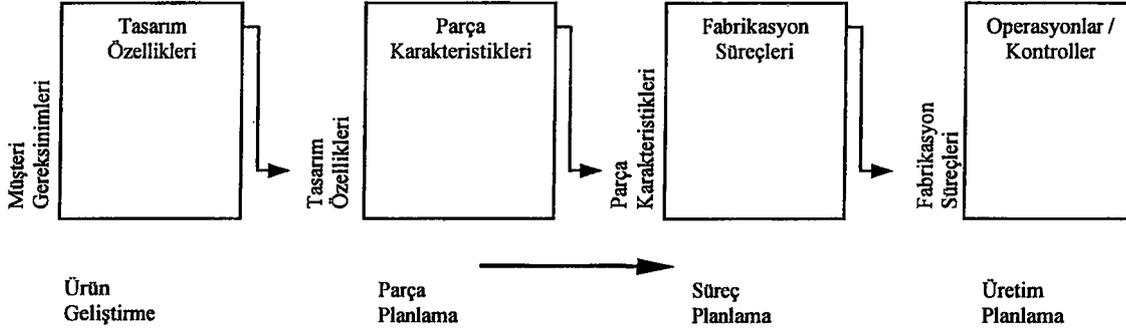
Özet

Kalite İşlev Konuşlandırma (Quality Function Deployment – QFD), müşteri talep ve ihtiyaçları doğrultusunda yeni ürünlerin/hizmetlerin tasarımı veya mevcut ürünlerin/hizmetlerin geliştirilmesi için organizasyon içinde farklı işlevleri olan takım üyelerinin kullandığı müşteri-odaklı bir tasarım aracıdır. Klasik kalite yöntemlerinden farklı olarak, müşteri memnuniyetini üretim sürecinin ilk aşaması olan tasarım aşamasında sağlamayı amaçlar. Bu şekilde, ürün üretildikten veya hizmet sunulduktan sonra gereken düzeltme çalışmalarının önüne geçilmiş olunur. QFD, mevcut müşteri ihtiyaçlarından tasarım aşamasında gözönünde bulundurulması gerekenlerin üzerinde takımın karara varmasıyla başlar. Bu veriler, bir tür planlama matrisi olan ve müşterilerin ihtiyaçlarını ölçülebilir tasarım özelliklerine çeviren “kalite evi”nin oluşturulmasında kullanılır. Bu aşamada kullanılan yöntemin, tasarım özelliklerinin önem sırasını oluştururken müşteri ihtiyaçlarının kendi aralarındaki ve müşteri ihtiyaçları ile tasarım özellikleri arasındaki ilişkileri göz önünde bulundurması beklenmektedir.

QFD'nin tarihsel gelişimi izlendiğinde, QFD kavramının ilk olarak 1960 yılların sonunda ortaya atıldığı görülmektedir. QFD, çeşitli alanlarda faaliyet gösteren firmalar tarafından uygulanmaya çalışılmış ancak 1972 yılına kadar kendine yer edinememiştir. 1972 yılında Mitsubishi Heavy Industries firmasının kargo gemilerinin geliştirilmesi konusuna el atmasıyla QFD, gemi inşa projelerinde müşteri gereksinimlerinin gözönünde bulundurulmasını sağlayan bir sistem olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmaları uluslararası büyük şirketler olan Toyota, General Motors, Chrysler, Digital Equipment, Hewlett-Packard, AT&T, Procter and Gamble, ve Baxter Healthcare şirketlerinin uygulamaları izlemiştir.

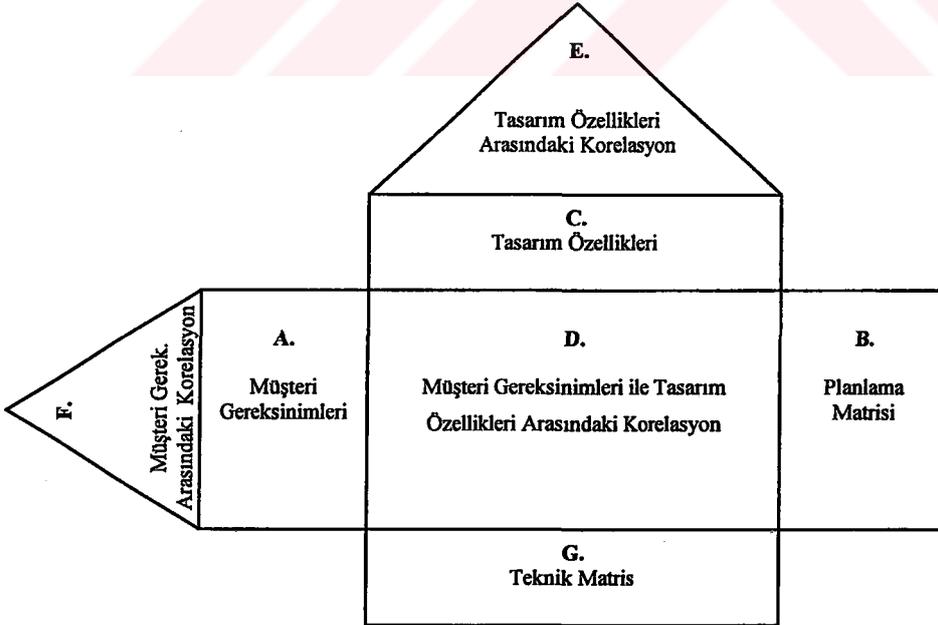
QFD'nin temeline baktığımız zaman, amacının müşterinin istek ve taleplerinin, tasarım özelliklerine ve daha sonra da parça karakteristiklerine, süreç planlarına ve son

olarak da üretim planlarına çevrilmeleri olduğunu görmekteyiz. Bu süreç matrisler aracılığıyla Şekil 1’deki haliyle gösterilmektedir.



Şekil 1. QFD süreci

Bu matrislerden ilki olan ve ürün geliştirme sürecini içeren matrise “kalite evi” adı verilmektedir. Bu çalışmada yapılan uygulamalar bu “kalite evi”nin üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Kalite evinin oluşturulmasına ilk olarak müşterilerin tanımlanmasıyla başlanır. Bu aşama, firmanın üretmeyi planladığı ürünün tasarlanmasına yardımcı olacak potansiyel

tüketici konumundaki birey veya toplulukların belirlenmesi aşamasıdır. Hedef tüketici kitlesini belirlerken nüfus yapısı, coğrafi konum, pazar durumu, sosyal çevre ve benzeri faktörlerin gözönünde bulundurulmaları gerekmektedir.

Müşteri portföyünü belirledikten sonra, onların ihtiyaç ve beklentilerini öğrenmemiz gerekmektedir. Elde edeceğimiz bilgiler “müşterinin sesi” kavramı ile ifade edilmektedir. Bu aşamada izlenen yöntemleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Anket çalışmaları,
- Görüşmeler,
- Odak grupları,
- Deneme süreçleri.

Elde ettiğimiz bu verilerle müşteri memnuniyetini değerlendirirken karşımıza “Kano Modeli” çıkmaktadır. Kano modeli, ürünün özellikleri ile müşteri memnuniyeti arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. Bu modele göre üç değişik durum söz konusudur:

- *Temel Kalite*: Ürünün müşterinin minimum ihtiyaçlarını karşıladığı durumdur. Müşterinin ürünü alırken emin olduğu kalite düzeyidir. Bulunmaması durumunda ise tatminsizliğe yol açmaktadır.
- *Beklenen Kalite*: Müşterilerin, genelde ürünü alırken talep ettikleri, bekledikleri kalite özellikleridir. Ne kadar fazla olurlarsa, müşteri de o kadar tatmin olmaktadır. Örneğin, ürünün kapasitesinde artış, daha güvenilir olması gibi.
- *Heyecan Verici Kalite*: Üründe bulunduğu zaman müşteri için hoş sürpriz sayılabilecek özelliklerdir. Bulunmadıklarında tatminsizlik yaratmazlar. Bu duruma örnek olarak Sony firmasının geliştirmiş olduğu walkman’leri örnek olarak verebiliriz. Bu ürünün piyasaya sürülmesinden önce, müşteriler hoparlörleri olmayan portatif bir müzik cihazını akıllarına getirmemişlerdi. Ancak ürünün ortaya çıkmasıyla beraber müşteriler bu özelliklere sahip bir ürün beklemeye başlamışlardır.

Müşteri ihtiyaçlarını belirleyip Kano modeline göre grupladıktan sonra onları önem sırasına göre sıralamamız gerekmektedir. Bu sıralamayı da müşterilerle yapacağımız

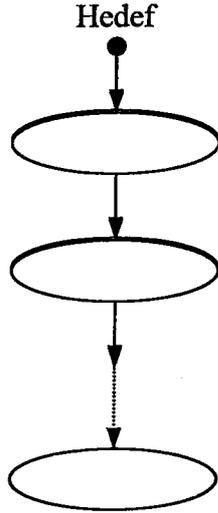
görüşmeler, anketler, vb. yöntemleri kullanarak elde edebiliriz. Bu sıralama sırasında ayrıca ürünün mevcut rakiplerin ürünleri arasındaki konumunu belirlememiz hangi özelliklerin geliştirilmeye ihtiyaç duyduğunu farketmemizi sağlar.

Bu aşama sonunda elimizde önem sırasına göre sıralanmış bir müşteri ihtiyaçları listesi bulunmaktadır. Bu nitel verileri ürünümüzün tasarım aşamasında kullanabilmemiz için ölçülebilir tasarım özelliklerine, veya diğer tanımıyla “firmanın sesi”ne çevirmemiz gerekmektedir. Bunu da müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek için ürünümüzde bulunması gerekli teknik özellikleri belirlemekle gerçekleştirebiliriz.

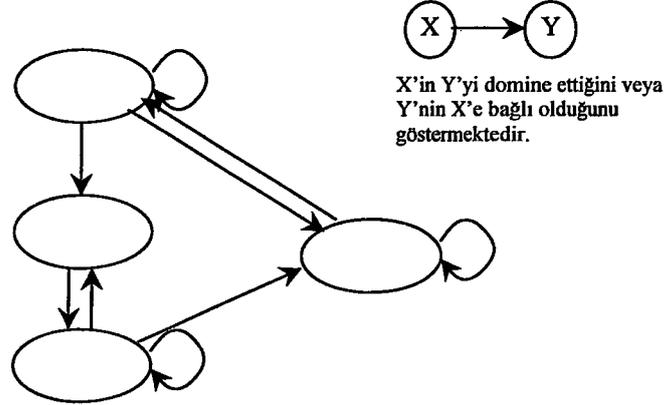
Bütün müşteri gereksinimlerini tatmin edebilmek için gerekli tasarım özelliklerini belirledikten sonra bunların da önem sırasına göre sıralanması ve bunlarda elimizdeki kısıtlı kaynaklar altında ne kadar gelişme sağlamamız gerektiğini belirlememiz gerekmektedir. Bu aşamada müşteri gereksinimlerinin kendi aralarındaki korelasyon, müşteri gereksinimleri ile tasarım özellikleri arasındaki korelasyonun ve son olarak da tasarım özelliklerinin kendi aralarındaki korelasyon önem kazanmaktadır. Bu ilişkiler ışığında, ürünün dizaynında yaşayacağımız değişikliklerin hangi yönde ve oranlarda müşteri gereksinimleri üzerinde etkili olabileceklerini öngörme imkanımız olmaktadır.

İşte bu aşamalarda sözü geçen, sıralamalar ve korelasyonların belirlenmesi adımları çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada, bu yöntemlerden ikisine değinilmiştir. Her iki yöntem de, bir kalemin tasarımı sırasındaki müşteri beklentileri ve kalem tasarım özellikleri üzerinde denenmiştir.

İlk uygulamada kullanılan Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process – ANP) yöntemi ile müşteri gereksinimleri ve tasarım özellikleri ve bunların birbirleriyle ve kendi aralarındaki ilişkiler gözönünde bulundurularak müşteri tatminini enbüyükleyecek tasarım özellikleri önem sırasının elde edilmesi mümkün olmaktadır. Bu yöntemin geçerliliğini belirlemek için, ölçütler arasındaki önem derecelerini ölçmekte yaygın olarak kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci’ne göre artı ve eksilerini ortaya koymak gerekir. İki sürecin farkını Şekil 3 ve 4 üzerinde rahatlıkla görebilmekteyiz.



Şekil 3. Bir hiyerarşi



Şekil 4. Doğrusal olmayan bir ağ

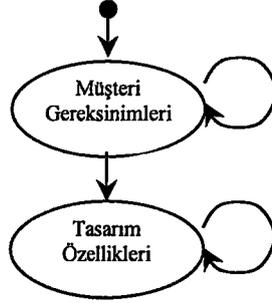
Şekil 3'te görülen hiyerarşi yapısında her bir elemanın birbirinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Bir seviye içindeki elemanlar arasında bir önceki seviyedeki bir eleman gözetilerek yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu sıralamalar yapılmaktadır. Bu sıralamada ölçütler ve alternatifler arası ilişkinin var olmadığı varsayılmaktadır. Bu durum, yöntemin QFD için uygun olmadığını göstermektedir. Yöntemin QFD uygulamaları, sadece müşteri gereksinimlerinin sıralanmasını içeren ilk aşamasında kullanılabilir.

Şekil 4'te görülen yapıda ise ölçütler ve alternatifler arasındaki ilişkinin varlığı çift yönlü oklarla gösterilmiştir. Birbirleriyle ve kendi aralarındaki ilişkiler bir ağ yapısı oluşturmaktadır. Yapı kalite evinin tanımında kullandığımız bütün ilişkileri ortaya koyabilmektedir. Hiyerarşi yapısının ağ yapısının bir alt kümesi olduğu rahatlıkla söylenebilir. Şekil 5'te analitik ağ sürecinin QFD'ye uyarlanması görülmektedir.

Bu yöntemi kullanarak elde ettiğimiz tasarım özellikleri sıralamasını etkileyebilecek ürün geliştirme sürecinin çok amaçlı doğası, önerilen yaklaşıma, maliyet, üretilebilirlik ve geliştirilen ürünlerdeki teknolojinin diğer ürünlere aktarılabilirliği gibi hedeflerin de dahil edilmesini gerektirmektedir. Bu gereksinim doğrultusunda, ürün geliştirme süreci için gerekli tasarım özelliklerinin belirlenmesinde, ANP ile elde edilen öncelikler, bütçe, üretilebilirlik ve geliştirilen ürünlerdeki teknolojinin diğer ürünlere

aktarılabirliđi hedeflerini içeren 0-1 hedef programlama yaklařımının kullanılması uygun grlmřtir.

En İyi Tasarımı Gerçekleřtirmek



řekil 5. QFD'nin ađ yapısı

İkinci uygulamada da amaç, tasarım özelliklerinin önem derecelerini belirleyerek bir sıralama elde etmektir. Bunun için QFD'ye farklı bir bakıř açısından yaklařılmıřtır. Bulanık mantık kavramının günlük yařamda kullandığımız üstü kapalı, belirsiz yapıları matematiksel olarak ifade edebilmedeki bařarisından yararlanılmıřtır. QFD'nin temel girdisi olan müřteri istek ve gereksinimleri, müřterinin kendi sözcükleriyle ifade ettiđi bir yapı olarak genellikle ölçülmesi güç unsurları barındırmaktadır (rneđin, ürünün hafif olması, hızlı gidebilmesi vb.).

Bu unsurları gözönünde bulundurarak oluřturulan modelde, ilk yönteme benzer karřılařtırmaların yapılması, korelasyonların belirlenmesi gerekmiřtir. Bunun için, bulanık regresyondan yararlanılmıřtır. Yöntemin bilinen istatistiksel regresyondan farkı, bir bakıma artısı, istatistiksel regresyonun tutarlı sonuç veremediđi verilerin yetersiz olduđu durumlarda daha iyi sonuçlar verebilmesidir. Yöntemde, istatistiksel regresyonda olduđu gibi, bađımlı ve bađımsız deđiřken kavramları vardır. Ek olarak bađımsız deđiřkenin bir ortalama deđeri ve buna iliřkin sapması mevcuttur. Amaç sapsmaları enküçükleyecek yani belirsizliđi, bulanıklıđı enküçükleyecek parametrelerin bulunmasıdır. Parametre deđerlerini elde edebilmek için klasik yöntemde olduđu gibi iliřkileri belirten noktalar kümesine ihtiyaç vardır. Bu kümenin elemanlarını da, mevcut ürüne ait özelliklerin rakip ürünlerle karřılařtırılmasıyla elde edilen deđerlerden belirleyebiliriz. Sapsmaları enkklediğimizde bulduđumuz parametreler

yardımla bağımlı deęişkenler, yani bu durumda müşteri gereksinimleri, ile bağımsız deęişkenler, yani tasarım özellikleri, arasındaki ilişkilerin bulunması mümkün olmaktadır.

Elde etmiş olduğumuz parametreler, belirli bir müşteri gereksimi deęerini elde edebilmemiz için, onunla ilişkili olan tasarım özelliğinin hangi deęeri alması gerektiğini ortaya koymaktadır. Tasarım özelliklerinin alabileceği maksimum ve minimum deęerlerin belirlenmesiyle, müşteri gereksinimlerinin alabileceği deęer aralıklarının belirlenmesi mümkün olmaktadır.

Bu aralığın belirlenmesiyle elde edilen sonuç kümesinden optimum sonucun elde edilebilmesi için bulanık doğrusal optimizasyondan yararlanılmaktadır. Bununla amaçlanan, elde edilen deęerlerden mevcut kısıtlar altında müşteriye en çok tatmin edecek tasarım özellikleri deęerlerinin belirlenmesidir.

Bu yöntemin, ilk yöntemden farkı, ilk yöntemde tasarım özelliklerine ilişkin sıranın elde edilmesinde rakiplerin durumunun gözönünde bulundurulmaması ve de bu yöntemle tasarım özelliklerinin hangi deęerlere sahip olmaları gerektiğinin belirlenmesidir.

İkinci yöntem çok daha avantajlı görünmesine rağmen, daha fazla veri gerektirmektedir. Bazı durumlarda, örneğin ürünün daha önce benzerinin piyasaya sürülmediği durumda, bu yöntemin uygulanmasında güçlük çekileceği muhakkaktır. Nispeten daha az veri gerektiren ancak tasarım elemanlarına, öncelikle geliştirilmesi gereken tasarım özelliklerinin belirlenmesini sağlayan ilk yöntemin, bu koşullar altında uygulanabilmesi bir avantaj olarak düşünülebilir.

Bu yöntemlere çeşitli ilavelerin yapılması, hatta ikisinden aynı anda faydalanılabilmesi mümkündür. Örneğin, birinci yöntemle elde edilen çıktılar, ikinci yöntem için girdi olarak kullanılabilir. Ayrıca ikinci yöntemde, duyarlılık analizlerinin uygulanmasıyla mevcut tasarım özelliklerine ait kısıtlardaki deęişimlerin, örneğin yeni bir teknolojinin seçilmesi gibi, müşteri memnuniyeti üzerindeki etkilerinin gözlemlenmesi sağlanabilir.

1. Introduction

La compétitivité globale est concernée primordial à la communauté d'ingénierie dans le monde entier. Comme des clients demande de qualité plus haute dans leurs produits et services, ingénieurs doivent garder le pas en améliorant continuellement leurs processus. Pendant des décennies, les entreprises et l'industrie ont concentré leurs efforts de qualité sur leurs produits finals plutôt que les processus utilisés dans les exécutions de jour en jour qui créent ces produits et services. Les experts conviennent maintenant que se concentrer sur des améliorations des affaires et des processus dans une organisation mèneront au plus significatif, des améliorations de long terme et production des produits de haute qualité.

Si votre titre est chercheur, créateur, développeur, constructeur, directeur commercial, directeur de qualité ou ingénieur des processus, vous êtes responsable de trouver des moyens innovateurs et pratiques d'améliorer vos processus et produits afin d'être réussi et rester concurrentiel.

Plus des vingt dernières années de plus en plus de compagnies ont pris beaucoup de mesures pour devenir plus concurrentiel. Parmi elles a été l'adoption de l'approche de qualité totale ou de l'un de ses nombreux noms d'emprunt, qui ont soumis à une contrainte la planification client orienté, l'amélioration continue.

Une composante clé de qualité totale est l'adoption des "outils" à aider à la pensée créative et à la résolution des problèmes. Ce ne sont pas les outils physiques, tels que des ordinateurs; au lieu de cela, ils sont des méthodes qui associent des idées aux idées, des idées aux données, et des données aux données; cela encourage des membres d'équipe à communiquer plus pertinemment avec l'un l'autre; et aide des équipes à formuler pertinemment des problèmes commerciaux et leurs solutions.

Le déploiement de fonction de qualité (Quality Function Deployment - QFD) est une adaptation de certains des outils de qualité totale. Au Japon, vers la fin des années '60, QFD a été inventé pour supporter le procédé de conception de produits. Pendant que QFD lui-même évoluait, il est devenu clair aux praticiens de QFD qu'il pourrait être aussi bien utilisé au développement des services.

Aujourd'hui, son application dépasse considérablement le produit et la conception de service, bien que ces activités soient tout à fait généralement supportées par QFD. QFD a été étendue pour s'appliquer à n'importe quel procédé de planification où une équipe a décidé systématiquement de donner la priorité à leurs réponses possibles à un ensemble donné d'objectifs. Les objectifs s'appellent "quoi"s et les réponses s'appellent les "comment"s. QFD fournit une méthode pour l'évaluation "comment" une équipe devrait mieux accomplir les "quoi"s.

Les problèmes de base de la conception de produits sont universels; les clients ont les besoins qui associent à utiliser les produits; les besoins doivent être satisfaits par les créateurs qui doivent faire des centaines ou des milliers des décisions techniques; et il n'y a jamais assez de personnes, de temps et d'argent quiconque pourrait être imaginé dans un produit ou un service.

Ces problèmes confrontent les réalisateurs des automobiles, des appareils-photo, des centres commerciaux de ligne directe, des programmes d'études d'école, et même du logiciel. QFD peut être employé pour aider le développement des équipes à décider comment répondre mieux aux besoins de client avec les ressources disponibles, indépendamment de la technologie sous-tendant le produit ou le service.

Les clients ont leur propre langage pour exprimer leurs besoins. Chaque équipe de développement a son propre langage pour exprimer sa technologie et ses décisions. L'équipe de développement doit faire une traduction entre le langage du client et leur langage technique. QFD est un outil qui aide des équipes systématiquement à tracer hors des rapports entre les deux langages.

Dans cette thèse, j'ai essayé d'employer des explications détaillées avec des exemples diversifiés pour aider à clarifier les points que QFD est basé au moment. J'espère que ces efforts éclaireront les lecteurs et les aideront à créer une image du cadre.

La thèse est divisée en six parts. Le deuxième chapitre fournit une orientation à QFD avec une brève vue historique suivie avec le concept et les essentiels sur les quelles QFD est basés. En conclusion, ce chapitre discute certaines des moyens où QFD est employé aujourd'hui.

Le troisième chapitre explique le rôle de QFD en termes de problèmes que QFD nous aide à résoudre. Les stratégies commerciales fondamentales pour la compétitivité – décroissance des coûts, croissance des revenus et réduction de l'heure de produire de nouveaux produits et services – peuvent être toutes mises en valeur par QFD. En conclusion, nous explorerons la voix du client basé sur le modèle de Kano pour la satisfaction de client.

Le quatrième chapitre inclue outils des QFD telles que le diagramme d'affinité, le diagramme d'arbre, le diagramme de matrice et la matrice de priorisation destinés pour fournir un niveau de puissance de résolution des problèmes dans le domaine conceptuel.

Le cinquième chapitre décrit le cœur de QFD, la maison de qualité, l'initiale matrice de QFD, en détail. Il contient toutes les définitions importantes de QFD telles que les besoins des clients, les paramètres d'ingénierie, les corrélations technique, les priorités etc..

Le sixième chapitre, notre premier application, propose une nouvelle approche pour déterminer les paramètres d'ingénierie qui seront considérés en concevant le produit en intégrant deux techniques d'aide à la décision, le processus analytique de réseau (ANP) et la programmation de but booléenne (ZOGP). L'ANP facilite la considération des dépendances entre les besoins de client et les paramètres d'ingénierie considérant que le ZOGP est résolu pour déterminer les paramètres d'ingénierie de réduire au

minimum les déviations des buts prioritaires. L'exemple numérique présenté est basé sur un exemple de conception d'un instrument hypothétique d'écriture. L'algorithme est appliqué pour déterminer les paramètres d'ingénierie à considérer en concevant un crayon.

Le septième, notre second application, est basé aussi sur le même exemple avec une autre approche de QFD, une approche théorique intégrée et des ensembles flous à formuler et à résoudre le problème de QFD. La théorie de valeur d'attribut multiple combinée avec la régression des ensembles flous et la théorie des ensembles flous d'optimisation qui permette à l'équipe de conception de considérer mathématiquement des différences parmi les diverses caractéristiques de performance et le manque de netteté inhérent dans le système.



2. L'Histoire et L'Essentiel de QFD

2.1. Introduction

Ce chapitre fournit une orientation à QFD (Quality Function Deployment). Il commence par une brève vue historique. Il fournit alors une chronologie des événements que cela a menés à l'état actuel de QFD. Il continue avec le concept et les essentiels sur les quelles QFD est basé. En conclusion, le chapitre discute certaines des moyens où QFD est employé aujourd'hui, pour fournir un sens de l'applicabilité et de la flexibilité du processus.

2.2. L'Histoire de QFD

La gestion de qualité totale, qui offre une vaste sélection des techniques pour assurer l'amélioration de la qualité et de la productivité, a été un sujet à l'ordre du jour de recherches pour les quatre dernières décennies. QFD est un de ces techniques structurées pour la planification et développement des produits qui permet à une équipe de développement d'indiquer clairement les besoins des clients, et alors évaluer chaque produit proposé ou entretenir la capacité systématiquement en termes de son impact sur répondre à ces besoins. Il diffère du concept traditionnel de qualité de cette manière, n'essayant pas de fixer le produit après qu'il est produit. Comme processus interdisciplinaire d'équipe, QFD est employé pour projeter et concevoir les produits ou les services nouveaux ou améliorés.

Les caractères japonais pour QFD sont, phonétiquement [1], [2]:

- Hinshitsu, signifiant l'"qualité", "dispositifs", "attributs" ou "qualités".
- Kino, signifiant la "fonction" ou la "mécanisation".
- Tenkai, signifiant "déploiement", "diffusion", "développement" ou "évolution".

N'importe lequel des mots anglais pourrait avoir été choisi par les traducteurs tôt des articles japonais. Il est peu plus qu'une question de chance que QFD ne s'appelle pas la

diffusion de mécanisation de dispositif aujourd'hui. Pour meilleur ou pour plus mauvais, "Quality Function Deployment" a collé aux Etats-Unis, et aucun nommé alternatif n'est susceptible de survivre. Aucune des combinaisons possibles de trente-deux des équivalents anglais ne dénote vraiment ce qu'est réellement QFD. Nous devons être contents avec un nom pour le processus qui n'est pas explicite.

Après la seconde guerre mondiale, le concept du développement de produit a évolué de copier et imitation à un développement de produit basé sur l'originalité. L'importance de la qualité de conception est devenue évidente. Ce changement excessif a nécessité le développement d'un concept totalement nouveau, le déploiement de fonction de qualité (QFD). QFD a été conceptualisé la première fois vers la fin des années 60 [1]. Il a été immédiatement adapté par de diverses compagnies mais il n'a pas dessiné beaucoup d'attention publique. Quelques ans après, en 1972, QFD a été mis en application aux chantiers navals de Kobe de Mitsubishi Ltd. Son application a été suivie des réalisations réussies dans l'ensemble du Japon, par exemple chez Toyota. C'est resté un outil japonais jusqu'au début des années 80 suivant l'article Kogure et Akao [3] et par Ford Motor Company et de la société de Cambridge, QFD a entrée les cadres des Etats-Unis et a commencé à jouer un rôle important aux compagnies telles que General Motors, Chrysler, Digital Equipment, Hewlett-Packard, AT&T, Procter et Gamble, et Baxter Healthcare [4]. Beaucoup d'autres compagnies ont utilisé QFD, et l'outil continue à se développer dans la popularité. Plus de cinquante papiers ont été présentés au sixième colloque sur Quality Function Deployment en 1994 [2]. Seulement quelques-uns de ces articles n'étaient pas des études de cas. La majorité de compagnies utilisant QFD sont peu disposée à présenter leurs études de cas publiquement, puisqu'elles ne veulent pas indiquer leur planification des produits de développement des produits stratégique. Par conséquent, il est probable que les cinquante papiers présentés au colloque de QFD représentent juste l'extrémité de l'iceberg en termes de mise en place de QFD.

Il y a deux organismes principaux comme sources de QFD, l'institut américain de fournisseur (ASI) et GOAL/QPC. Tous les deux ont développé leurs propres modèles ayant beaucoup de similitudes entre eux. L'ASI utilise une méthode de base de quatre-

matrice développée par Macabe, un ingénieur japonais de fiabilité tandis que GOAL/QPC utilise une matrice multiple développée par Akao qui incorpore beaucoup de disciplines à un format moins structuré qui se compose d'une matrice des matrices [5].

Certaines des publications tôt de QFD en anglais pourraient être énumérées comme ci-dessous [2]:

- En 1987, GOAL/QPC a édité le premier livre intégral sur QFD aux Etats-Unis: *Better Designs in Half the Time*, par Bob King. En ce livre, King a décrit QFD comme "matrice des matrices".
- "Quality Function Deployment and CWQC in Japan", par professeurs Masao Kogure et Yoji Akao, université de Tamagawa, éditée en magazine de Quality Progress, octobre 1983.
- "Quality Function Deployment", par Larry Sullivan, édité en magazine de Quality Progress, juin 1986.
- Les articles sur QFD par Bob King et Lou Cohen au printemps les éditions 1988 et d'été de National Productivity Review.
- Une série d'articles sur QFD dans le numéro de juin 1988 du magazine de Quality Progress.
- Un manuel de cours sur QFD pour compléter le cours de trois jours d'ASI's QFD.
- Annual Proceedings de QFD colloque tenus dans Novi, Michigan, commençant en 1989.

Les publications sont suivies du développement des logiciels utilisés dans des applications de QFD. Autour de 1989, ces logiciels de QFD sont devenus la première fois disponibles aux Etats-Unis. Le module le plus largement connu, "QFD / Capture" a été développé par International TechneGroup Inc. Quelques organisations, fortement investis dans QFD, tel que Ford Motor Company, ont développé leurs logiciels propres de QFD.

2.3. L'Essentiel de QFD

Le concept de base de QFD doit traduire les désirs des clients, c.-à-d. la voix du client, dans des impératifs techniques de produit ou des caractéristiques d'ingénierie, et ultérieurement dans des caractéristiques de pièces, des plans de processus et des conditions de production. Afin d'établir ces rapports QFD exige habituellement quatre matrices [2], [5], [6], [7], [8]: planification de développement des produits, planification des pièces, planification des processus, et planification de la production, respectivement. La matrice de planification de développement des produits traduit les besoins de client en conditions de conception de produits; la matrice de planification de partie traduit les conditions importantes de conception en caractéristiques de produit/pièces; la matrice de processus de planification traduit les caractéristiques importantes de produit/ pièces en opérations de fabrication; la matrice de planification de production/opération traduit les opérations de fabrication importantes, des performances de jour en jour et des commandes (Figure 2-1).

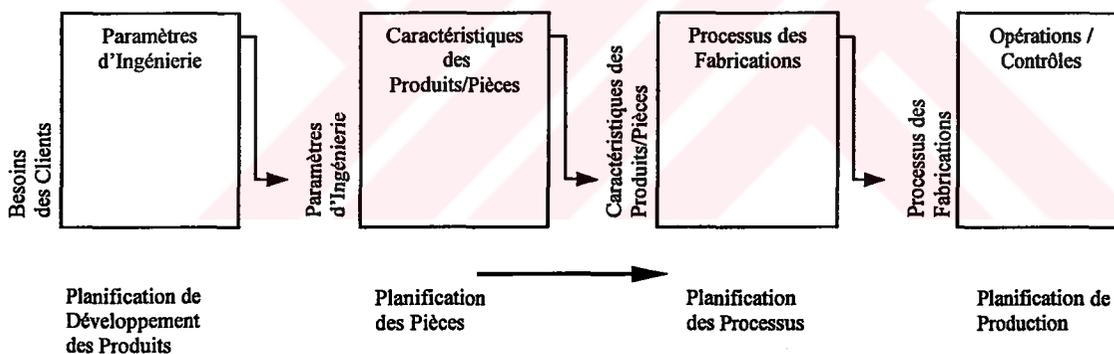


Figure 2-1. Les processus de QFD

Le premier de ces matrices s'appelle la "maison de qualité" (HOQ – House of Quality). Il affiche les "besoins du client" le long de la gauche, et les paramètres d'ingénierie de l'équipe de développement à rencontrer ceux besoin le long du dessus. La matrice se compose de plusieurs sections ou sous-matrices associés ensemble à de diverses voies, chaque information contenant liée aux autres (Figure 2-2, [2]).

Chacune des sections étiquetées, A à F, est une expression structurée et systématique d'une compréhension de l'équipe de produit ou de développement de processus d'un

aspect du procédé global de planification pour un nouveau produit, un service ou un processus. L'ordre de lettrage suggère un ordre logique pour compléter la matrice.

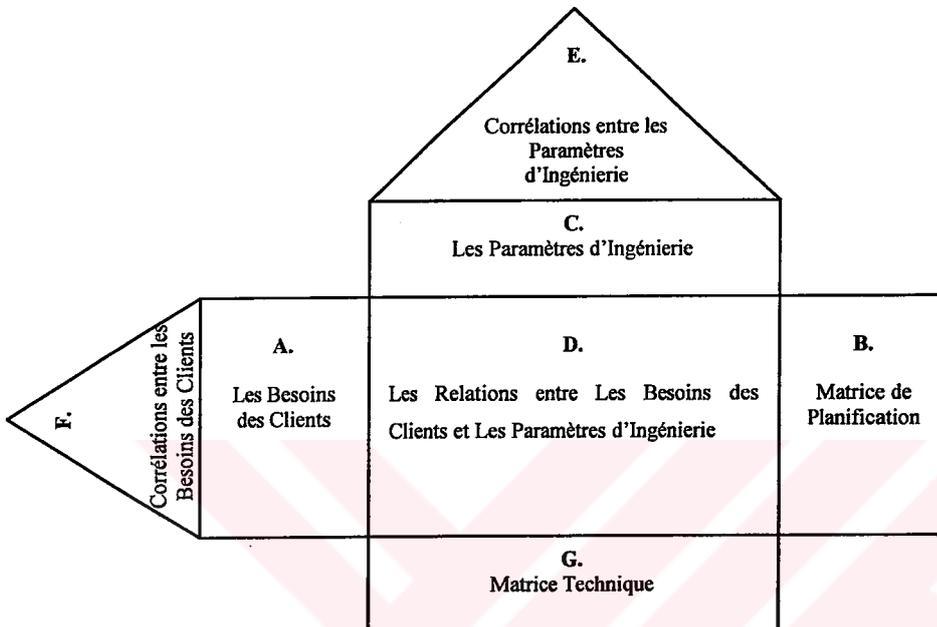


Figure 2-2. La maison de qualité

La section A contient une liste structurée du besoin du client, également connus comme voix du client, des attributs de client, des exigences de client ou de la qualité exigée. Comme première entrée pour le HOQ, ils mettent en valeur les caractéristiques de produit auxquelles attention devrait être payée. Les besoins de client, habituellement rassemblés par des groupes de foyer ou d'entrevues d'individu, devraient exprimer en expressions des clients. Selon Griffin et Hauser [6], les entrevues d'individu peuvent d'être plus rentables que des groupes de foyer, et au moins 20-30 clients devraient être interviewés pour obtenir 90-95% de tous les besoins de client possibles. Les enquêtes de courrier ou de téléphone devraient causer des difficultés spécialement en contrôlant la portée des réponses.

La préservation des mots des clients pose habituellement des problèmes pendant la phase la traduction puisqu'ils sont habituellement trop généraux et/ou détaillés pour être directement utilisés comme besoins de client. Pour surmonter ce problème, un certain nombre d'approches sont employées. Au commencement les mots sont

rassemblés, et alors ils sont organisés pour former un arbre avec une hiérarchie habituellement avec trois ou quatre niveaux. Ceux au niveau approprié sont choisis comme besoins de client finals. Le diagramme d'affinité, qui est une méthode employée pour recueillir de grandes quantités de données qualitatives et les organiser en sous-groupes, basées sur les similitudes entre elles, peut être utilisé à ce but [2]. L'analyse de cluster peut également être employée pour former et structurer les besoins de client [6]. Tous ces outils avec les autres seront expliqués en détail dans le chapitre suivant.

La section B contient trois types d'information principaux:

- Les données quantitatives du marché, indiquant l'importance relative du besoin des clients, et niveaux de la satisfaction des clients avec les offres actuelles de l'organisation et de sa concurrence.
- Configuration du but stratégique pour le nouveau produit ou le service.
- Les calculs de rang du besoin des clients.

Puisque les données rassemblées et organisées du client contiennent habituellement trop de besoins de traiter simultanément, elles doivent être évaluées. La compagnie avantage de la compensation une contre des autres, et travail sur les besoins les plus importants tout en négligeant relativement les sans importants. De cette manière, des clients sont examinés pour le chacun ce que l'utilisation de 5 -, 7 -, 9-point mesures. Un mesure plus détaillé de 1-to-10 et une échelle ancrée peuvent également être utilisés [6]. Contrairement à la détermination des besoins de client, l'importance des besoins de client est obtenue par des enquêtes de courrier ou de téléphone. Les groupes de foyer et les entrevues d'individu ne sont pas appropriées puisqu'un grand nombre de personnes devraient être examinées avec une perspective plus élevée de coût dû aux soucis de signification statistique.

La section C, paramètres d'ingénierie, contient, dans le langage technique de l'organisation, une description à niveau élevé du produit ou le service qu'ils projettent développer. Ils sont également connus comme des conditions de conception, caractéristiques du produit, attributs des ingénieurs, caractéristiques des ingénieurs ou

des caractéristiques de remplacement de qualité. Ils peuvent être également développés en utilisant le diagramme d'affinité et le diagramme d'arbre. Ils décrivent le produit dans le langage de l'ingénieur. Par conséquent, parfois ils sont référés comme voix de la compagnie. Les paramètres d'ingénierie sont employés pour déterminer à quel point la compagnie satisfait aux besoins de client. Les besoins de client indiquent la compagnie 'qu'est qu'à faire' tandis que les paramètres d'ingénierie indiquent 'comment à faire'. Ils doivent être énoncés en termes mesurables, par exemple pour un crayon, la poussière de fil de sortie produite en milligrammes.

La section D contient les jugements de l'équipe de développement de la force de la relation entre chaque élément de leurs paramètres d'ingénierie et chaque besoin des clients. Cette matrice de rapport indique combien chaque paramètre d'ingénierie affecte chaque besoin de client. Les relations peuvent être présentées dans les nombres ou les symboles.

La section E, est la moitié d'une matrice carrée, dédoublez le long de sa diagonale et tourné 45°. Puisqu'elle ressemble au toit d'une maison, le terme "maison de qualité " (House of Quality – HOQ) a été appliquée à la matrice entière et est devenue la désignation standard pour la structure de matrice. La section E contient les évaluations de l'équipe de développement des corrélations de mise en place entre les éléments des paramètres d'ingénierie. Elle indique les divers paramètres d'ingénierie qui doivent être améliorés collatéral, fournissant une base pour calculer dans quelle mesure un changement d'une caractéristique affectera d'autre caractéristique. Un changement souhaitable d'une caractéristique peut avoir comme conséquence un effet négatif sur une autre caractéristique. Cette corrélation facilite les impacts nécessaires et des compensations.

La section F, semblable à la section E, sur la plupart d'occasions, implique des besoins de client avant des interdépendances entre elles. Certains d'entre elles se supporteront tandis que d'autres compromettent l'accomplissement des autres. Les besoins supportent et contradictoires peuvent être identifiés par une matrice de corrélation soulignant des compensations nécessaires.

La section G contient trois types d'information:

- La range calculée des paramètres d'ingénierie, basée sur la range des besoins des clients de la section B et les relations dans la section D.
- L'information comparative sur la performance technique de la concurrence.
- Les objectifs de performance technique

Au-delà de la maison de qualité, QFD implique sur option de construire les matrices supplémentaires qui guide principalement les décisions détaillées qui doivent être prises dans tout le procédé de développement de produit ou de service. Dans la pratique beaucoup d'équipes de développement n'utilisent pas des matrices après la maison de la qualité. Elles sont manquantes beaucoup. Les avantages que la maison de qualité fournit peuvent être justes comme significatifs au procédé de développement après la phase initiale de planification.

La figure 2-3 illustre une configuration possible d'une collection de matrices en corrélation [2]. Il illustre également une technique standard de QFD pour diffuser l'information d'une matrice aux autres, utilisé pour établir les matrices dans la figure 2-1. Dans la figure 2-3 nous commençons par la maison de qualité. Nous plaçons les "quoi"s du côté gauche de la matrice. Les "quoi"s est un terme souvent employé pour dénoter des avantages ou les objectifs que nous voulons atteindre.

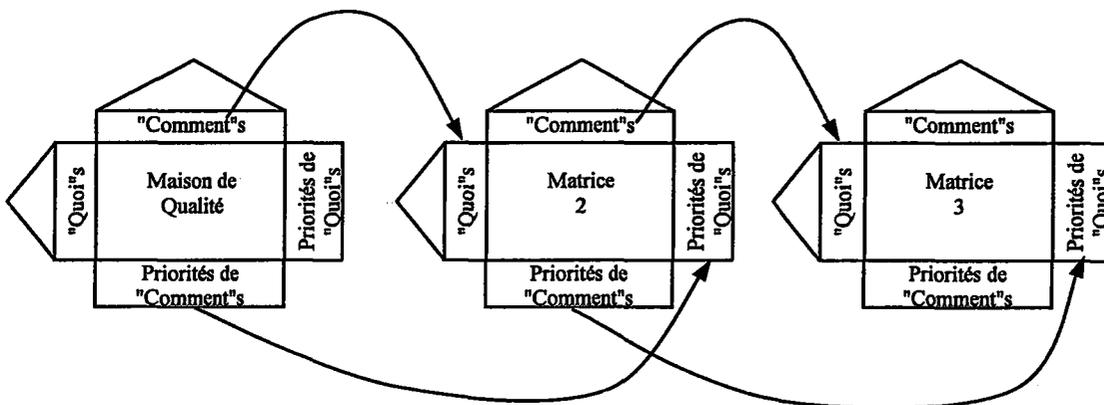


Figure 2-3. Matrices en corrélation

Le plus généralement, les "quoi"s sont les besoins des clients, mais objectifs de

l'équipe de développement propres pourraient également être représentés comme les "quoi"s. En tant qu'élément du processus de QFD, l'équipe de développement donne la priorité aux "quoi"s par la fabrication d'une série des jugements basés en partie sur des données de recherche de marché. Il y a beaucoup de différentes techniques pour déterminer ces priorités, décrites plus tard. Les priorités ou les poids sont placés à la droite de la matrice.

Ensuite, l'équipe de développement produit les "comment"s qui sont également les paramètres d'ingénierie, et les place le long du dessus de la matrice. Les "comment"s sont n'importe quelles réponses potentielles arrangées pour la réalisation des "quoi"s. Le plus généralement, les "comment"s sont des mesures techniques de la performance du produit ou service proposé.

Basé sur les poids assignés aux "quoi"s et la quantité d'impact chacun des "comment"s a sur réaliser chacun des "quoi"s, les "comment"s sont donnés aux priorités ou aux poids, qui est écrit au bas du HOQ. Ces poids sont un résultat principal du processus de HOQ.

Pour joindre la maison de qualité à la matrice 2, l'équipe de développement place tout les ou le plus important des "comment"s de HOQ du côté gauche de la matrice 2, et leurs priorités du côté droit de la matrice 2. Ces "comment"s de HOQ deviennent maintenant les "quoi"s de la matrice 2, et leur importance relative pour l'équipe de développement est ce qui a été déterminé dans le HOQ.

Pour réaliser les "quoi"s de la matrice 2 l'équipe de développement a besoin d'un nouveau, un ensemble plus technique ou plus détaillé des "comment"s des qu'ils produisent et mettent au-dessus de la matrice 2. Comme avant, l'équipe emploie les poids des "quoi"s de la matrice 2 et leurs évaluations du degré de relation entre les "comment"s de la matrice 2 et les "quois" de la matrice 2 pour arriver aux poids ou aux priorités pour les "comment"s de la matrice 2.

Pour joindre la matrice 2 à la matrice 3, les "comment"s de la matrice 2 sont

transférées à la gauche de la matrice 3, pour devenir les "quois" de la matrice 3. Les poids des "comment"s de la matrice 2 sont transférées à la droite de la matrice 3, et les "comment"s de la nouvelle matrice 3 sont produites.

Comme nous avons vu dans la figure 2-3, QFD est un outil qui nous permet de développer des priorités de projet à de divers niveaux dans le procédé de développement, accordé un ensemble de priorités au niveau le plus élevé (les besoins des clients). QFD n'est pas simplement un outil de priorisation, il est également un outil de "déploiement". Par ce que voulons dire-nous avec "déploiement" est que QFD nous aide à commencer par le niveau le plus élevé des "quoi"s généralement des besoins des clients, et à se déployer ou traduire, cette voix en nouveau langage qui ouvre la porte pour l'action appropriée. Chaque développeur est au courant de ce procédé de traduction et exécute probablement la traduction officieusement toute l'heure. QFD aide à rendre le procédé de traduction explicite et systématique.

En conclusion, QFD fournit un dépôt pour l'information de planification des produits. Le dépôt est basé sur la structure des matrices de QFD, qui sont utilisées à écrire les besoins des clients avec toute l'information quantitative relative, la voix du développeur avec toute l'information quantitative relative, et finalement les relations entre ces voix. Cette information représente un sommaire des données de planification de produit clé. Pour être sûre, beaucoup d'élaboration détaillée de cette information ne peut pas s'adapter dans les matrices de QFD et doit être enregistrée ailleurs. Cependant, les matrices peuvent être visualisées comme un supérieur vue ou répertoire à tout le reste d'information. En fait, QFD a été parfois décrit comme "mémoire visible de la société".

2.4. L'Utilisation Quotidienne de QFD

Comme avec n'importe quel outil souple, les applications de QFD sont limitées seulement par l'imagination. L'intention initiale de QFD était de fournir à des réalisateurs de produit une méthode systématique pour "déployer" les besoins des clients dans la conception de produits. Voici quelques applications typiques de QFD qui n'adaptent pas le modèle du développement de produit [2]:

- Conception de cours: "quoi"s = les besoins des étudiants de saisir des qualifications ou la connaissance dans une certaine zone; "comment"s = modules de cours, éléments de modèle d'enseignement de cours. La conception de la curriculum est une extension normale de cette application et a été également faite en utilisant QFD.
- Stratégie de corporation interne de groupe de service: "quoi"s = les besoins d'affaires de différents membres des groupes des clients; "comment"s = des éléments des initiatives de groupe de service.
- Stratégie de cinq ans de produit de groupe d'affaires: "quois" = les besoins génériques des clients du groupe d'affaires; "comment"s = des offres de produit prévues pendant les cinq à venir années.
- Développement d'un service amélioré de réponse de téléphone pour une compagnie de compagnie d'électricité : "quois" = les besoins des clients; "comment"s = mesures critiques de performance du centre de réponse de téléphone.

3. Fonctions de QFD dans Les Organisations

3.1. Introduction

Ce chapitre place un contexte pour QFD en termes de problèmes que QFD nous aide à résoudre. Les stratégies commerciales fondamentales pour la compétitivité – décroissance des coûts, croissance des revenus et réduction de l'heure de produire de nouveaux produits et services – peuvent être toutes mises en valeur par QFD. Ce chapitre explique le rôle de QFD en ce qui concerne chacun.

En conclusion, nous explorerons le modèle de Kano pour la satisfaction de client. Le modèle étend nos vues traditionnelles de la façon dont des clients sont satisfaits par des produits et des services. Il fournit de matière à réflexion important pendant que nous explorons le moyen dans lequel QFD utilise la voix du client.

3.2. Le Défi à l'Organisation

Les motivations d'une organisation sont très semblables aux motivations d'un individu. Cette analogie entre les individus et les organisations est tout à fait normale, puisque des organisations se composent des individus.

Juste comme les approvisionnements de nourriture et d'abri d'un individu peuvent être menacés, ainsi le revenu d'une organisation, la marge bénéficiaire, et la marge brute de financement peuvent être menacée.

Évidemment la menace la plus commune pour le revenu est la menace concurrentielle - des produits ou des services offerts par des différents d'organisation qui répondent aux même besoins que notre organisation satisfait. D'autres menaces résultent des coûts croissants ou de la perte dans l'organisation.

Dans ce cycle interminable à traiter des menaces à la survie, à la sécurité, et à

l'expansion, les organismes évoluent continuellement. L'organisation la plus réussie dans faire face à ces menaces a la plus grande capacité d'augmenter son influence, et impose donc des menaces à d'autres organismes semblables avec les buts semblables.

QFD peut jouer un rôle important en aidant les organisations devient plus fort, et donc pour survivre plus probablement, plus bloqué, et plus capable augmenter. En ce chapitre nous explorerons les diverses voies que QFD peut aider. Un moyen utile de penser à ceci est de diviser les stratégies de faire face d'une organisation en deux catégories principales: diminuer ses coûts, et augmenter ses revenus.

3.3. Diminuer Les Coûts

Des coûts diminués peuvent être réalisés par des actions telles qu'abaissant le coût de matériaux ou de services achetés, réduisant des frais généraux pour le bureau ou l'usine ou réduisant le livre de paie.

Des coûts diminués peuvent également être réalisés en améliorant des processus et en réduisant la reprise et la perte. QFD contribue aux coûts diminués par cette dernière approche. Il fait ainsi par les moyens suivants:

- Augmentant la probabilité qu'un produit ou une conception de processus ne devra pas être changé ou être refait. Ceci effet "d'amortissement" survient parce que QFD permet à des développeurs d'évaluer des changements proposés au milieu du projet contre les mêmes critères employés pour évaluer toutes les décisions de conception au début du projet. L'équipe a simplement pour ajouter le nouveau changement proposé à leurs matrices de QFD et s'appliquer la même analyse à elle qu'elles se sont appliquées tout aux décisions premières. Ces analyses systématiques aide les développeurs à éviter les décisions précipitées qui ne tiennent pas compte le produit entier et tous besoins de client. La plupart des corrections d'au milieu du projet sont facilement rejetées ou remises quand plus tard l'analyse de QFD est appliquée à elles.
- Développement se focalisant de produit et de processus sur le travail qui importe plus au client, plutôt que sur le travail qui ne signifie peu ou rien au client. C'est une autre voie de dire le travail est qui obtient fait ce qui l'analyse de QFD a

montré pour être le plus clair connexe à répondre aux besoins de client.

3.4. Augmenter Les Revenus

Des revenus accrus sont normalement réalisés en vendant plus d'un produit ou d'un service ou en chargeant plus pour le produit ou le service. Tous les deux résultats souhaitables peuvent être atteints en produisant les produits ou les services qui sont plus attrayants aux clients. Des produits ou les services sont faits plus attrayant aux clients en répondant plus mieux à leurs besoins.

QFD contribue aux revenus accrus en aidant des organisations pour concentrer leurs efforts sur les besoins de client, et pour traduire exactement et pertinemment les besoins de client en bonne conception de produits ou bonnes caractéristiques de service.

3.5. Réduction de Durée de Cycle

La plupart des organisations ont la concurrence. Chaque changement des prix, chaque annonce de produit, chaque réorganisation - en fait, chaque changement que une organisation a fait - est comme un mouvement dans un jeu entre les concurrents. Chaque mouvement affecte la compétitivité d'une organisation, pour meilleur ou pour plus mauvais. Souvent on ne peut pas observer immédiatement les résultats, ni peut une organisation regain une compétitivité détruite rapidement. Ainsi, les pieux du jeu sont hauts.

Un des "mouvements" les plus importants doit rendre de nouveaux produits ou services disponibles avant que la concurrence ainsi. En offrant un nouveau produit avant qu'un concurrent puisse offrir équivalent, la concurrence peut être volée les affaires qui peuvent être impossible pour regagner. Beaucoup croient aujourd'hui que le développement rapide de nouveaux produits ou de services est la clé simple plus important à la compétitivité.

Puisque la plupart des organisations commencent à concevoir de nouvelles versions des produits ou des services dès que les précédents seront libérés, le procédé de

développement de produit est habituellement visualisé comme un "cycle". En fait, le procédé de développement, avec tous autres processus, n'est pas tout à fait si ordonné comme cercle simple. Souvent le travail sur le prochain produit commence bien avant que le produit précédent soit prêt à être vendu. Beaucoup d'autres activités simultanées se produisent habituellement aussi bien. Néanmoins, le modèle de " cycle " est une voie utile de visualiser l'activité.

QFD est une clé importante à la réduction de durée de cycle. Dans tout ce livre, nous verrons comment QFD aide les équipes de développement à prendre les décisions principales tôt dans le procédé de développement, à un moment où le coût d'une décision est relativement bas.

Certaines des manières dont QFD contribue à la durée de cycle réduite sont les suivantes:

- QFD aide pour réduire des changements au milieu du projet. Ces changements, comme des variations dans les priorités, les remplacements principaux de constructeur ou le remplacement des technologies principales, ont le grand impact sur des programmes de développement. Quand un projet est puits en cours et un changement important de la direction est proposé, la plupart des équipes de développement ne peuvent pas évaluer la proposition correctement. C'est parce qu'il y a énorme pression de programme sur des équipes, et des augmentations de cette pression normalement pendant que le développement procède. En conséquence, des changements au milieu du projet sont souvent faits rapidement, sans considération due à leur impact global.

Du moment où un projet a été projeté en utilisant QFD, la maison de qualité et d'autres matrices fournissent un sommaire de la stratégie de projet. Un procédé bien-fait de planification de QFD présentera clairement tous les besoins du client, et montrera comment les décisions stratégiques et de conception du projet associent à ces besoins. Des propositions au milieu du projet peuvent rapidement être ajoutées aux matrices de QFD et être évaluées dans le contexte de toutes les décisions précédemment prises. Très peu de changements au milieu du projet

survivent réellement ce type d'analyse complète.

- QFD aide en réduisant des erreurs dans la mise en place. En travaillant par le processus de QFD, l'équipe de développement assure une vision commune des besoins de client et de leurs réponses convenues à eux.

3.6. Le Modèle de Kano

Le consultant japonais de TQM Noriaki Kano nous a fourni un modèle très utile de la satisfaction client comme il se rapportait aux caractéristiques de produit. Le modèle de Kano divise des caractéristiques de produit dans trois catégories distinct dont chacun affecte des clients différemment [2], [7], [9]. Les trois catégories sont

- Exigences prévues, su aussi comme les caractéristiques "doit-être", "base" ;
- Exigences indiquées, également connu sous le nom de "unidimensionnelles" caractéristique;
- Exigences excitantes, également connu sous le nom de "attrayantes" caractéristique.

L'axe horizontal dans la figure 3-1 montre la performance réelle ou l'état de réalisation physique en fournissant chacune de ces catégories caractéristiques de produit au client, alors que l'axe vertical indique le niveau de la satisfaction du client.

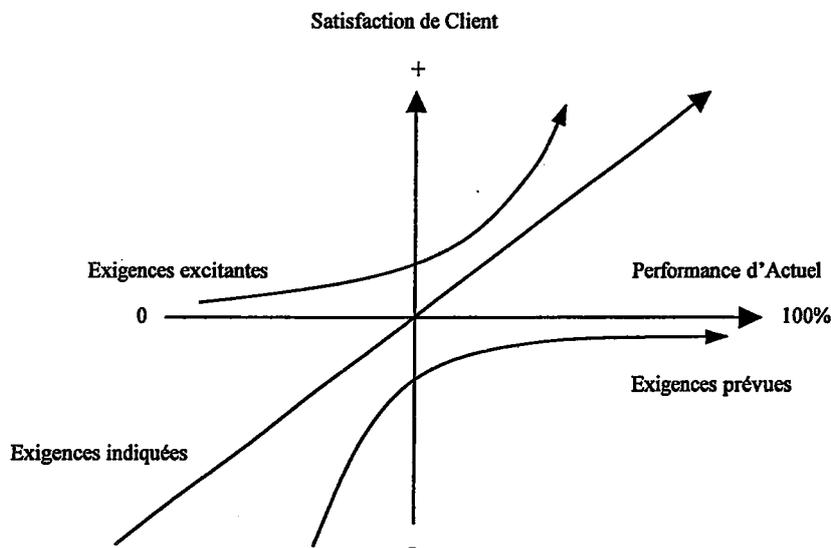


Figure 3-1. Le modèle de Kano

Une stratégie concurrentielle pour développer les produits et les services doit tenir compte de ces trois catégories des caractéristiques de produit. Elle doit déterminer ce que sont les niveaux actuels de la satisfaction pour chacune de ces catégories, et il doit décider quelle proportion de ressources de projet à assigner au produit ou aux caractéristiques de service dans chacune des catégories.

3.6.1. Exigences Prévues

Une exigence prévue est une caractéristique de produit que le client prend pour accorder quand il est présent, mais que cause le mécontentement quand il est manquant. Exigences prévues sont des choses que les clients ne demandent pas normalement environ, parce qu'ils s'attendent à ce qu'ils soient pris en compte. Exigences prévues sont l'absence de "la qualité prévue" dans le sens que les clients s'attendent à ce que les produits soient essentiellement impeccables, et s'ils ne sont pas, les clients sont mécontents. Les exemples des exigences prévues sont des brouillons ou des défauts sur la surface d'un produit, des pièces cassées, des brochures d'instruction manquantes ou des dispositifs manquants qui sont par habitude fournis dans les produits semblables. Les clients ne nous disent pas qu'ils veulent "la qualité prévue" parce qu'ils prennent pour reconnaissant que nous la fournirons.

Si nous livrons un produit ou service qui a beaucoup des exigences prévues, les clients seront extrêmement malheureux. Évidemment nous aurons des clients plus heureux si nous pouvons éliminer ces exigences prévues. Cependant, si nous les éliminons tous, nous n'aurons pas réalisé un niveau très élevé de satisfaction de client. Nos clients noteront à peine tout le travail que nous avons fait pour éliminer les exigences prévues – ils commenceront juste à noter d'autres aspects du produit ou du service.

En d'autres termes, notre meilleure performance réelle en réduisant des exigences prévues peut seulement soulever la satisfaction de client à un état non mécontent, mais pas autre.

Bien que les clients ne demandent pas la qualité prévue, ils seront mécontents s'ils ne l'obtiennent pas, et ils nous diront en se plaignant. Ainsi, les plaintes de client sont une

source primaire d'information sur des exigences prévues existants dans nos produits actuels.

Beaucoup du programme traditionnel de la qualité du produit centre autour de la gestion de plainte. En fait, le contrôle de qualité est parfois incorrectement défini comme un processus pour répondre à, et peut-être pour éliminer, des plaintes de client. Le modèle de Kano nous prouve que cette approche n'est pas assez.

Tout d'abord, il traite seulement la qualité prévue, ignorant les deux autres catégories de la qualité, exigences indiquées et exigences excitantes. En second lieu, simplement l'élimination des exigences prévues ne peut pas avoir comme conséquence les niveaux élevés de la satisfaction de client.

3.6.2. Exigences Indiquées

Une exigence indiquée est quelque chose que les clients veulent dans leurs produits, et demande habituellement. Plus que nous fournissons d'une exigence indiquée, plus heureux les clients seront. Exigences indiquées s'appellent parfois "la qualité désirée" parce qu'ils représentent les aspects du produit qui le définissent pour le client. Les exemples des exigences indiquées sont capacité accrue, plus à prix réduit, fiabilité plus élevée, plus grande vitesse, et utilisation plus facile. Exigences indiquées sont les attributs il tend à être faciles mesurer que, et donc ils deviennent les références utilisées pour l'analyse comparative de marché concurrentiel. En d'autres termes, vous pouvez vous attendre à ce que les exigences indiquées soient présentes dans tous les produits concurrentiels, jusqu'à un plus grand ou à peu de degré.

3.6.3. Exigences Excitantes

Exigences excitantes sont des attributs ou des dispositifs de produit qui sont les surprises plaisantes pour des clients quand ils les rencontrent d'abord. Cependant, si exigences excitantes ne sont pas présentes, des clients ne seront pas mécontents, puisqu'ils seront ignorants de ce qu'ils sont manquants. Exigences excitantes s'appellent parfois "qualité passionnante" ou "qualité inattendue". Une réaction typique de client à une exigence excitante doit dire à l'ami, "Hé! Jetez un coup d'œil à

ceci!".

Comme avec des exigences prévues, les clients ne nous disent pas qu'ils veulent des exigences excitantes, mais pour des raisons très différentes. Les clients prévoient que "la qualité prévue" ainsi eux ne prenez pas la peine de la mentionner, mais les clients ne peuvent pas s'attendre à "la qualité passionnante" ou à "la qualité inattendue" par définition. Par conséquent, nous ne pouvons pas nous renseigner sur des exigences excitantes de produit en demandant directement à nos clients.

Les exemples des exigences excitantes ne sont pas aussi instructifs que des exemples des exigences indiquées et des exigences prévues. Chaque exigence excitante est seule, et car un groupe là n'est aucun comportement. Quelques exigences excitantes sont des produits entiers qui ont créé nouveaux marchés. Une exigence excitante très célèbre est le baladeur de Sony. Avant son introduction, qui pourrait vous avoir dit qu'elles ont voulu un joueur portatif de cassette de jeu-seulement sans haut-parleurs? Après son introduction, chacun a voulu un, et un marché a été créé.

Le 3m Post-it note est un autre exemple d'une exigence excitante. C'est un produit qui a rempli besoins d'utilisateur qui précédemment n'avaient pas été remplis d'une manière satisfaisante. D'autres exigences excitantes sont plus subtiles. Ils ont pu avoir créé les marchés entiers, mais seulement ne pas avoir créé des avantages concurrentiels provisoires. Certains de ces derniers sont des supports de changement de pièces de rechange et des supports de boisson non alcoolique dans des automobiles; "recomposez" boutons sur des récepteurs de téléphone; et interfaces utilisateur graphiques (GUIs) disponibles sur un nombre croissant d'ordinateurs de bureau.

Les besoins que les exigences excitantes remplissent, sont souvent nommées comme les besoins "latents" ou "cachés", l'un ou l'autre parce qu'ils ne peuvent pas être explicitement identifiés ou parce que les clients ne disent pas que les besoins sont importants pour eux. Ces besoins cachés sont parfois intimement joints aux perceptions du client des limites de la technologie. En tant que tels, elles sont très difficiles à séparer des solutions techniques.

Un des disciplines que QFD nous aide à mettre à jour doit séparer les besoins de client des solutions techniques. Ainsi il est conformé à l'intention de QFD pour rechercher d'abord les besoins de client, et seulement après pour les paramètres d'ingénierie à ces besoins, y compris des exigences excitantes. Celui qui écoute des clients doit être bien informé et assez vigilant pour identifier les besoins de client quand les clients les mentionnent, et pour identifier les solutions techniques brillantes quand n'importe qui s'avère justement les mentionner. Clairement, les besoins et les solutions doivent par la suite être triés, de sorte que les solutions techniques puissent vraiment être évaluées en termes de la façon dont elles associent aux besoins de client.

3.7. Relations Entre Le Marché et Exigences Prévues, Exigences Indiquées et Exigences Excitantes

Les exigences excitantes créent souvent les nouveaux marchés ou les nouveaux segments de marché, en de cette façon donnant un avantage compétitif temporaire à leurs créateurs. Une fois que la nouveauté d'une exigence excitante s'efface et la compétition inclut l'exigence excitante ou de la solution équivalente dans leurs propres produits, les clients commencent à l'attendre, depuis qu'il est disponible dans tous les produits concourant. Quand ceci se produit, l'exigence excitante n'est plus "la qualité inattendue" - plutôt il devient "la qualité prévue". En d'autres termes, les exigences excitantes deviennent rétrogradés à exigences indiquées. Après qu'un instant beaucoup des exigences indiquées devient "la qualité prévue" et les clients supposent celui-ci exigences indiquées sera inclus dans le produit. Quand ceci se produisait, les exigences indiquées sont devenues rétrogradé à exigences prévues.

Cette migration des attributs de qualité se produit toute l'heure avec tous les produits. Afin de rester compétitif, le développeur du produit ou service doit continuellement fouiller à la recherche des nouvelles exigences excitantes, fournit plus des exigences indiquées que n'importe qui autrement, et assure exigences prévues n'atteint pas le client. QFD est un excellent outil de planification pour trier ces différentes qualités et pour les contrôler.

4. Les Outils de QFD

4.1. Introduction

Vers la fin des années '70, un livre est apparu au Japon, édité par l'union japonaise des scientifiques et des ingénieurs (JUSE), nommé les sept nouveaux outils [2]. Ces outils ont été destinés pour fournir un niveau de puissance de résolution des problèmes dans le domaine conceptuel équivalent à la puissance des "sept outils de base" dans le domaine d'amélioration de processus.

Les sept nouveaux outils s'appellent habituellement les sept outils de la gestion et de la planification aux Etats-Unis. Les listes des outils et même du nombre réel d'outils changent un peu d'une source de référence à l'autre, mais la plupart des outils apparaissent dans toutes les listes. Les outils suivants sont les soutiens principaux de QFD:

- Diagramme d'affinité,
- Diagramme d'arbre,
- Diagramme de matrice,
- Matrice de priorisation.

D'autres outils souvent inclus dans les listes des sept outils de gestion et de planification ne sont pas directement exigés pour QFD, mais sont utiles pour une partie du travail de suivi. Ils sont:

- Diagramme de corrélation,
- Graphique de programme de la décision du processus,
- Analyse de données de la matrice,
- Diagramme de flèche.

Pour nos buts, nous regarderons étroitement le diagramme d'affinité, le diagramme d'arbre, le diagramme de matrice et le matrice de priorisation.

4.2. Diagramme d’Affinité

Le diagramme d'affinité (Figure 4-1, [2]) est un outil puissant pour organiser l'information qualitative. Il fournit une structure hiérarchique des idées. La hiérarchie est constituée du bas, et les rapports entre les idées sont basés sur l'intuition de l'équipe créant le diagramme.

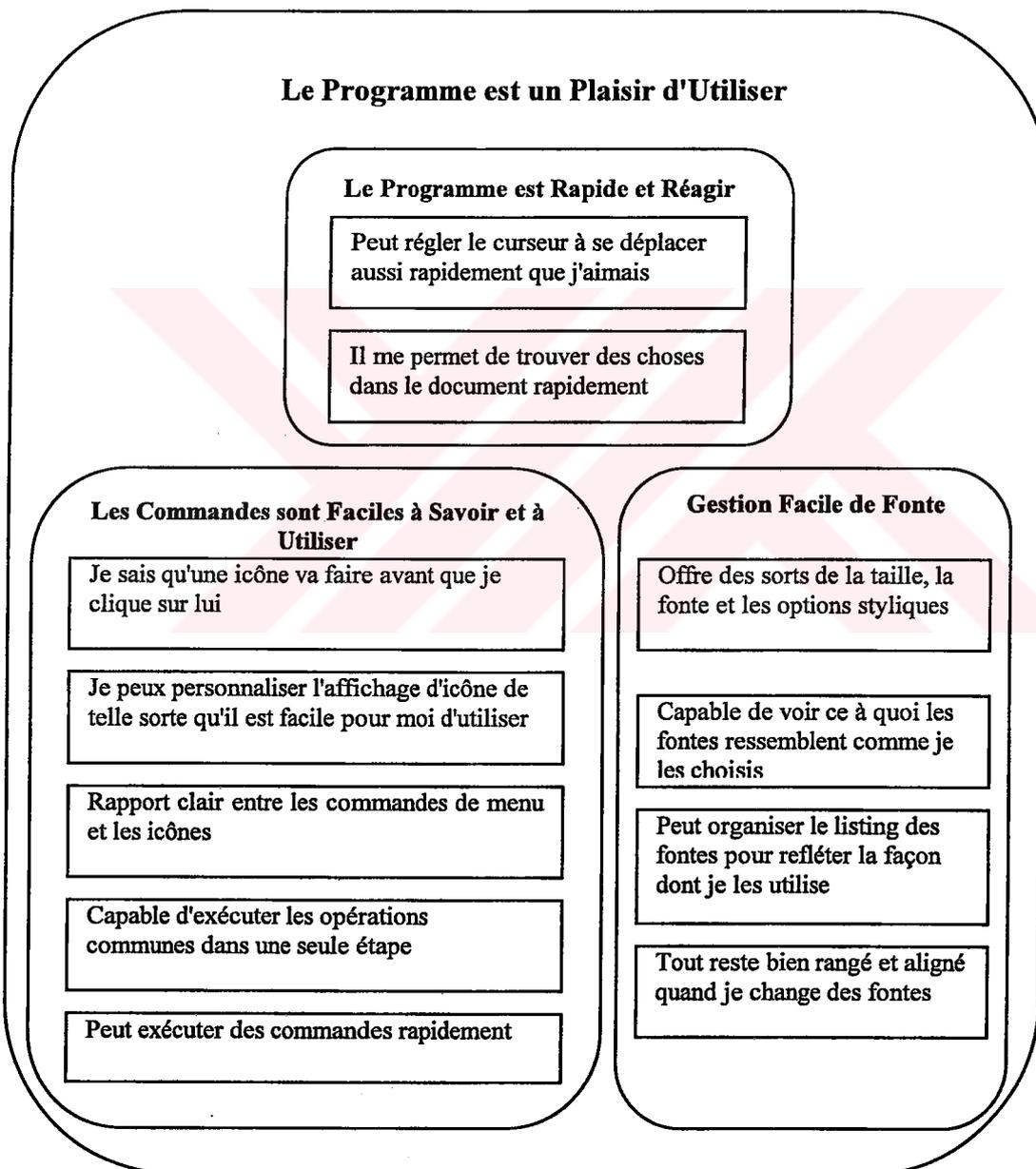


Figure 4-1. Diagramme d'affinité

Les idées initiales dans un diagramme d'affinité peuvent venir d'un de deux types principaux de sources: interne ou externe.

Des idées internes sont faites en charrette par l'équipe développant le diagramme. Les idées faites en charrette seraient appropriées pour une équipe qui n'a aucune donnée à commencer. L'équipe peut avoir quelques idées initiales au sujet du problème qu'elles commencent à résoudre, mais elles ont pu ne pas avoir commencé à rassembler des données, et elles peuvent même ne pas savoir quelles données à rassembler.

Le but de la séance de charrette est de développer une structure des idées qui décrit la compréhension actuelle de l'équipe d'un certain domaine problématique. Après avoir créé ce modèle structuré du domaine problématique, l'équipe pourrait alors décider quelles parties du domaine problématique elles veulent attaquer d'abord, et au sujet de quelles pièces elles doivent recueillir plus de données.

Les idées externes sont des faits que l'équipe a saisis. Les faits seront généralement des anecdotes qui s'appliquent au problème actuel. C'est généralement la situation pour les équipes de QFD qui veulent comprendre les besoins des leurs clients.

Pour se préparer à QFD, les données effectives se composent des expressions prises directement du client. Tandis que les expressions de client peuvent nécessairement ne pas se rapporter à rien concret, les expressions de client eux-mêmes sont concrets, puisqu'ils sont évidence directe des besoins des clients et les clients ont poussé réellement les expressions. Expressions de client, habituellement venus des entrevues que les réalisateurs conduisent avec des clients spécifiquement pour préparer pour QFD.

Pour construire un diagramme d'affinité, l'équipe écrit chaque expression sur une petite carte ou note de Post-it. Les cartes sont écartées sur une table ou les notes de Post-it sont placées sur le mur, où elles peuvent être toutes vues par l'équipe entière. L'équipe déplace alors les cartes autour aux clusters de forme qui vont intuitivement ensemble. L'utilisation de l'intuition est un élément important du diagramme d'affinité. L'utilisation de l'intuition tient compte de découvrir les rapports inattendus, qui étincellent souvent des découvertes en comprenant les données.

Voici la procédure générale pour tracer des diagrammes d'affinité [2], [5]:

- Après avoir écrit des idées sur des cartes, "frottez" les données. Le frottement est le processus dans lequel chaque membre d'équipe explique ce que lui ou elle a écrit sur chaque carte, pour s'assurer que tous les membres d'équipe la comprennent dans la même façon. Souvent le frottement aide l'équipe à identifier deux cartes avec la même signification, dans ce cas elles sont remplacées par une carte simple qui exprime mieux la signification. En frottant également des aides indiquez les cartes qui ont plus d'une idée sur elles. Celles-ci sont alors remplacées par deux cartes, dont chacune exprime une idée simple.

Par exemple,

Le système offre un bon nombre de fontes, et je puis voir à ce que ressemble chacun.

serait remplacé par deux cartes :

Le système offre un bon nombre de fontes

et

Je puis voir ce que ressemble chaque fonte.

- Après que toutes les cartes ont été frottées, triez les cartes dans les piles qui "se sentent" comme si elles appartenaient ensemble. Il ne devrait y avoir aucune discussion pendant le processus du triage.

Si une carte continue à faire la navette entre deux piles parce qu'une personne veut-elle avec un ensemble de cartes, et une autre personne la veut ailleurs, faites un double d'elle et mettez-la dans les deux piles. Cette règle est utile pendant les premières parties du triage. Elle élimine la possibilité d'un essai des volontés entre deux membres d'équipe. En fin de compte, cependant, elle peut être embrouillant pour faire apparaître une carte dans deux endroits dans la hiérarchie. Une fois que l'équipe commence à assigner des titres aux piles (prochaine étape), les cartes reproduites s'avèrent habituellement appartenir dans seulement une pile.

Les équipes rencontrent souvent la difficulté à "niveler" pendant le processus de

diagramme de l'affinité. C'est le problème de garantir que les cartes triées dans un tas sont toutes au même niveau de l'abstraction comme chacun autre. Par exemple, considérez la liste suivante d'idées:

- ✓ Peut figurer hors de la façon actionner les essuie-glace de pare-brise.
- ✓ Peut régler l'horloge de la voiture sans lire le manuel du gestionnaire.
- ✓ Peut trouver et utiliser les réglages de siège.
- ✓ Les commandes du réglage de la voiture sont intuitives.

Toutes ces idées pourraient être venues des entrevues avec des clients d'automobile. Les trois premières idées traitent la facilité de comprendre des commandes spécifiques dans l'automobile. La quatrième idée, affaires avec toutes les commandes. Puisqu'elle est plus générale, elle ferait un bon titre pour les trois autres idées, et probablement pour d'autres idées qui associent à différentes commandes.

Souvent les idées commençant dans un diagramme d'affinité sont à beaucoup de niveaux. Le tri de carte et les processus de nomination de tas de carte sont les endroits pour remarquer ces associations mauvaises des niveaux et pour faire les ajustements appropriés. Quelques cartes font entrer la hiérarchie, une partie recule. Il n'y a pas de directives infaillibles pour détermination du niveau juste pour chaque carte - la détermination du niveau semble être un art aujourd'hui, pas une science. Mais ici sont quelques indications où qui pourrait être utile:

- ✓ Maintenez le nombre de cartes dans une pile bas. De cette façon, il est plus facile de comparer chaque carte à tous les autres afin de juger si elles sont au même niveau.
- ✓ Surveillez des cartes "de faim du monde": expressions qui sont à un niveau si élevé d'abstraction qu'elles ne sont pas utiles. Les exemples typiques de telles expressions pourraient être
 - ❖ Un bon produit,
 - ❖ Une solution de classe mondiale,
 - ❖ Meilleur dans sa classe.

Recherchez les expressions excessivement détaillées qui sont à un niveau plus élevé de détail ou de spécificité que les autres. Ces cartes appartiennent probablement à un niveau plus bas dans la hiérarchie.

- Après que le processus de triage silencieux est complet, la discussion commence encore. L'équipe crée maintenant une carte de titre pour chaque pile. Le nom de la carte de titre devrait exprimer l'élément commun en toutes les cartes dans la pile. La carte de titre récapitule les données sur les cartes dans la pile à un niveau plus élevé d'abstraction. Habituellement l'équipe découvre dans ce processus qu'elles doivent faire de divers réglages à la composition des cartes dans les piles. Par exemple, les besoins de client suivants (pour le logiciel de traitement de texte) pourraient avoir été triés ensemble pendant le processus silencieux:

- ✓ Offre des sorts de la taille, la fonte et les options stylistiques.
- ✓ Capable voir ce que ressemblent les fontes pendant que je les choisis.
- ✓ Peut organiser la liste des fontes pour refléter la façon que je les utilise.
- ✓ Tout reste ordonné et aligné quand je change des fontes.

Le choix de l'équipe pour la carte de titre pourrait avoir été

Gestion facile de fonte

Cependant, après discussion, l'équipe pourrait décider cela

Offre des sorts de la taille, la fonte et les options stylistiques

est rapporté à

peut modifier l'aspect de mon matériel

mais pas à

gestion facile de fonte

dans ce cas,

Offre des sorts de la taille, la fonte et les options stylistiques

soyez déplacé hors de cette pile et placé dans une autre pile.

La raison la plus commune de retirer des cartes des piles est qu'il peut y avoir trop de cartes dans la pile. Quelques équipes adoptent la règle qu'il ne peut y avoir pas plus de dix cartes dans une pile. S'il y a plus de dix, ils supposent qu'il doit y avoir plus d'un thème commun, ainsi la pile devrait être décomposée en plus petites

pires. Quelques équipes choisissent d'autres comptages de cartes maximums, tels que sept ou même trois.

- Après avoir nommé les piles, les équipes trient maintenant les piles dans des clusters des piles, selon la façon dont elles vont intuitivement ensemble. Une méthode pratique pour faire ceci est de placer toutes les cartes subalternes dans chaque pile sous la carte de titre, ainsi elles sont cachées, et seulement les cartes de titre peuvent être vues.

Alors l'équipe trie les cartes de titre (et toutes les cartes cachées dessous) comme si elles étaient au niveau du premier ensemble de cartes. L'équipe crée alors des cartes de titre pour ces piles de nouveau, plus élevé niveau, juste comme elles créaient des titres pour le premier niveau des cartes. Chaque rond de triage et de nommer à comme conséquence un ensemble de titres qui sont des sommaires ou des abstractions des cartes triées. Le nombre de titre ou de cartes récapitulatives est environ un tiers à un dixième autant de comme cartes triées. Ce processus de trier, de récapituler, et de nommer continue jusqu'à ce que le compte de pile soit inférieur au comptage de cartes maximum par pile.

- Les dimensions typiques pour des diagrammes d'affinité sont:
 - ✓ 50 à 150 cartes à commencer par (niveau tertiaire),
 - ✓ 15 à 25 piles au premier niveau de résumé (niveau secondaire),
 - ✓ 5 à 10 piles au deuxième niveau résumé (niveau primaire),
 - ✓ 3 niveaux au total.

Le niveau le plus élevé de l'abstraction s'appelle le niveau primaire, et les autres niveaux s'appellent secondaires, tertiaires, et quaternaires. Il est rare de voir un diagramme d'affinité plus profondément que quatre niveaux. Le plus généralement, les diagrammes d'affinité sont deux ou trois niveaux profondément. Les plus que vous commencez par cartes ou idées, plus les niveaux vous êtes susceptibles pour avoir. La plupart des équipes auront des difficultés traiter plus de 150 ou 200.

Vous ne pouvez pas être d'accord avec l'organisation du matériel. Il n'y a aucune

"bonne" organisation, ni y a-il des "bons" titres, parce que les rapports et les titres sont basés sur le jugement subjectif. Dans QFD, nous essayons d'organiser les besoins du client que les clients de voie le feraient. Bien que beaucoup d'équipes organisent les besoins du client eux-mêmes, il est possible d'enrôler des clients dans le processus. Les perspicacités supplémentaires accordées en utilisant des clients pour organiser les données sont substantielles. Dans d'autres applications des diagrammes d'affinité, où les expressions organiser peuvent venir de la séance de réflexion de l'équipe, la "bonne" organisation est quoi que fait la plupart de sens à l'équipe.

4.3. Diagramme d'Arbre

Le diagramme d'arbre, comme le diagramme d'affinité, est une structure hiérarchique des idées. Contrairement au diagramme d'affinité, qui est constitué du bas, a basé sur un sentiment intuitif pour comment les idées vont ensemble, le diagramme d'arbre est construit à partir du dessus vers le bas, utilisent la logique et les processus analytiques de pensée [2], [5].

Le diagramme d'arbre commence habituellement par une certaine structure déjà-existante - par exemple, la hiérarchie créée par le processus de diagramme d'affinité. L'équipe examine alors chaque niveau du diagramme d'arbre, commençant par le niveau le plus abstrait ou le plus élevé (le niveau primaire), et analyse ce niveau pour la perfection et l'exactitude.

Par exemple, la liste de secondaires dans la figure 4-1 est

- Gestion facile de fonte.
- Les commandes sont faciles à savoir et à utiliser.
- Le programme est rapide et réagir.

Regardant cette liste analytiquement, une équipe de développement pourrait conclure que la liste est inachevée. Il pourrait y avoir des raisons réelles pour lesquelles certaines zones du besoin de client sont manquantes. Ces facteurs ne sont pas apparus peut-être en raison de la méthode employée pour rassembler le besoin du client - heure limitée pour interviewer ou indisponibilité de certains types de clients à interviewer,

par exemple. Puisque l'équipe de développement sait que ces facteurs manquants doivent être apparus, ils peuvent choisir de les ajouter après que le processus de diagramme d'affinité est complet.

De même, à des niveaux plus bas, l'équipe peut faire d'autres ajouts et amendements, basés sur leur connaissance experte des thèmes. Travaillant du niveau supérieur en bas, l'équipe complète et termine la hiérarchie.

Dans une configuration idéale, les données reçues directement du client seraient 100% complet et 100% correct. Le diagramme d'affinité représenterait exactement la voie que les clients visualisent les rapports entre les données. Du fait le cas, il n'y aurait aucun besoin de modifier les données de quelque façon, et le processus de diagramme d'arbre ne serait pas nécessaire.

Dans la vraie vie, la voix du processus de client est souvent inachevée ou fêlée d'une manière ou d'une autre, et les équipes de développement sentent souvent la nécessité "de corriger" les données. Elle doit être faite soigneusement et avec l'humilité ou l'intention entière "écouter le besoin du client" sera défaite.

Quand des diagrammes d'arbre sont terminés ils sont habituellement dessinés sous la forme montrée dans la figure 4-2. Puisque les diagrammes d'affinité et les diagrammes d'arbre sont les deux structures hiérarchiques, s'ils sont dessinés dans le même format il n'y a aucune voie de dire si on regarde un ou autre type de diagramme. La différence entre eux est la méthode de les produire, non leur format. Les diagrammes d'affinité commencent par les données crûes et s'achèvent avec une structure hiérarchique (les bas vers le haut;). Quand l'arbre fait un diagramme du commencement avec une structure présumée et finit avec une élaboration détaillée de cette structure (dessus vers la bas).

4.4. Diagramme de Matrice

La matrice est un outil simple mais puissant où qui se trouve au cœur de QFD. Son adaptabilité est fortement exploitée partout dans QFD. Même si nous voyons matrices

dans beaucoup de formes dans notre travail quotidien, il l'est encore intéressant de passer les concepts de base ici en revue.

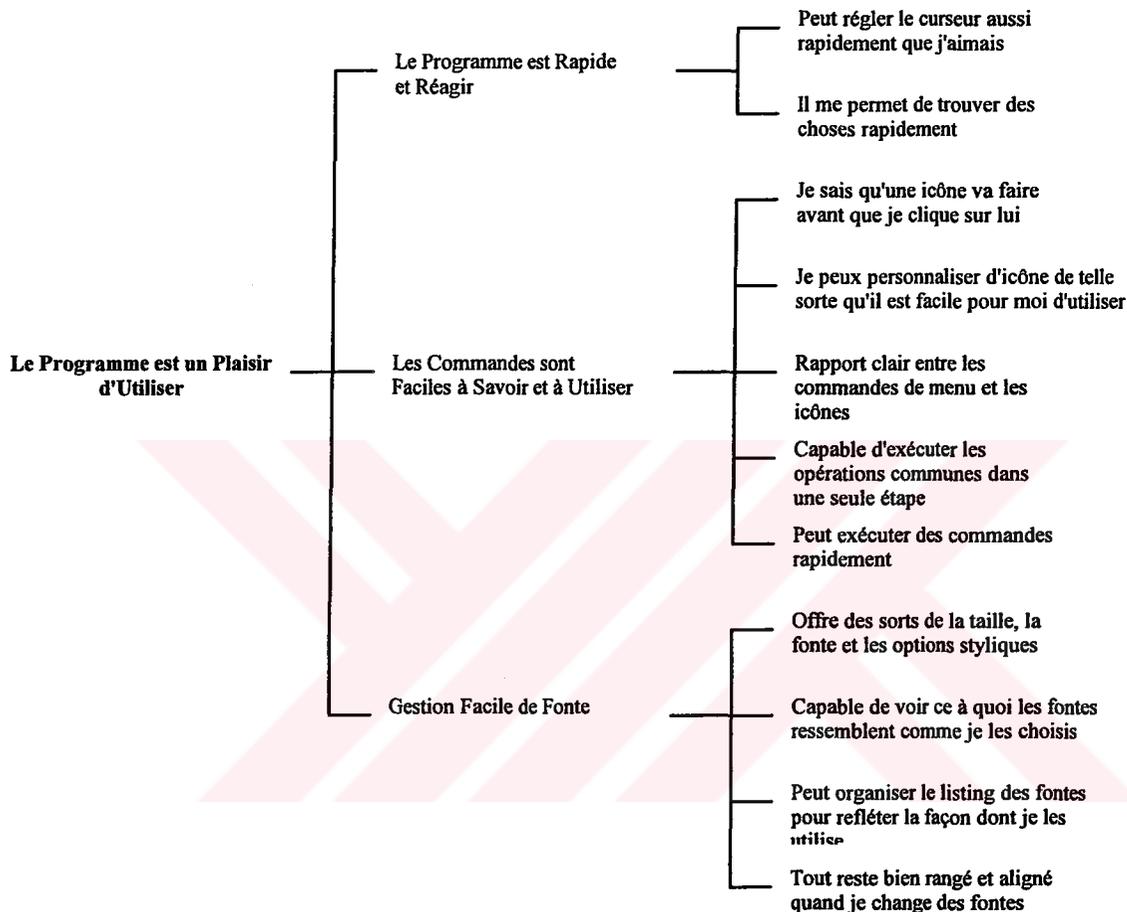


Figure 4-2. Diagramme d'arbre

Une matrice est un diagramme rectangulaire divisé en lignes horizontales et les colonnes verticales (voir la figure 4-3, [2]). Là où une ligne et une colonne intersectée, nous avons une cellule. La cellule est seulement associée à une et seulement une paire de ligne-colonne.

Nous énumérons un intervalle des éléments comparables le long du côté gauche de la matrice. Par "les éléments comparables", nous voulons dire les éléments qui sont tous les attributs ou facettes du même sujet général. Par exemple, le vert, le rouge, le bleu, et le jaune sont tous comparables c'est-à-dire ils sont toutes les couleurs. D'autres éléments comparables sont

- Sous-système d'une automobile: sous-système de suspension, châssis, sous-système de direction, sous-système de transmission, de carburant et d'allumage.
- Les besoins de client: facile à apprendre, facile à utiliser, ne me met pas en danger, gestion facile de fonte.

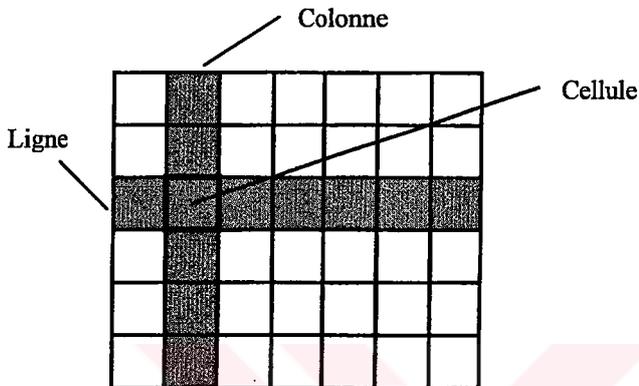


Figure 4-3. Diagramme de matrice

Chacun de ces éléments comparables est donc associé à une ligne de la matrice. Nous énumérons un autre intervalle des éléments le long du dessus et associons chacune de ceux à une colonne. Nous pouvons employer chaque cellule dans la matrice pour enregistrer un certain rapport entre l'élément associé à la ligne et l'élément associé à la colonne.

Dans la figure 4-4, le cercle noir représente un rapport entre "C" et "2" [2]. L'absence des cercles noirs en d'autres cellules indique que le genre de rapport existant entre "C" et "2" n'existe pas n'importe où ailleurs dans cette matrice. Ce type d'entrée, qui indique qu'un rapport existe ou pas, s'appelle une entrée binaire dans la matrice.

Dans la figure 4-5, nous avons une matrice montrant plusieurs rapports binaires entre la diverse colonne et éléments de ligne [2]. Par exemple, le rapport représenté par le cercle noir existe entre les éléments A et 1, entre les éléments F et 5, et entre les éléments B et 7, comme entre d'autres paires de colonne et d'éléments de ligne.

Une autre voie de visualiser la matrice est de regarder des lignes entières ou des

colonnes, pas simplement des cellules. D'un coup d'œil, nous voyons que la deuxième ligne prouve à tous les rapports d'élément B de ligne. Il y a quatre cercles dans cette ligne, ainsi nous pouvons rapidement voir que l'élément B associe à plus des éléments numérotés que n'importe quel autre élément en lettres excepté l'élément C, qui a également quatre cercles.

	1	2	3	4	5	6	7
A							
B							
C		●					
D							
E							
F							

Figure 4-4. Relation binaire

	1	2	3	4	5	6	7
A	●				●		
B	●		●		●		●
C	●	●		●			●
D							
E	●						
F					●		

Figure 4-5. Multiple relation binaire

De même, la colonne 1 associe à des éléments plus en lettres que n'importe quel autre élément numéroté. D'autres configurations plus subtiles sont également évidentes: la plupart des rapports sont dans la moitié supérieure de la matrice, suggérant que les éléments A, B, et C soient de façon ou d'autre différents de D, E, et F. Regardent de gauche à droite, cependant, nous ne voyons pas de groupement très prononcé d'aucun des éléments numérotés, ainsi en termes de rapport symbolisé par le point noir, il n'y a pas beaucoup de différenciation entre les éléments de colonne.

L'absence des rapports est également importante dans cette matrice binaire de rapport. La colonne correspondant au point 6 ne montre aucun rapport avec aucun des éléments en lettres, et l'absence des cercles dans la ligne correspondant à l'élément D ne montre également aucun rapport avec aucun des éléments numérotés. Car nous verrons plus tard, cette observation est très importante dans QFD.

4.5. Matrice de Prioritisation

La matrice de priorisation est une extension du diagramme de matrice. Elle nous permet de juger l'importance relative des colonnes des entrées. Nous pouvons mettre beaucoup de différentes choses dans les cellules d'une matrice. Dans la figure 4-5, nous avons utilisé une forme des données binaires: le cercle noir ou son absence a indiqué qu'un rapport a existé ou pas. Évidemment, n'importe quel autre symbole ou son absence pourrait avoir été utilisé. Les marques de contrôle, les X, les tirets, les coups diagonaux et les cercles ouverts sont toutes les représentations communes des rapports binaires.

Sans compter que des rapports binaires, nous pouvons écrire des nombres ou des symboles représentant ces nombres dans les cellules. Une pratique en matière courante de QFD doit écrire les nombres qui expriment la force ou le degré du rapport entre un élément de colonne et un élément de ligne. La pratique en matière traditionnelle de QFD du Japon emploie les symboles et le blanc pour indiquer le "rapport fort", "rapport modéré", "rapport faible ou possible" et "aucun rapport", respectivement. Ainsi, dans la figure 4-6 [2]:

- Le point 2 de colonne a un rapport fort avec l'élément A de ligne.
- Le point 7 de colonne a un rapport modéré avec l'élément C de ligne.
- Le point 2 de colonne a un rapport faible ou possible avec l'élément F de ligne.
- Le point 5 de colonne n'a aucun rapport modéré avec l'élément D de ligne.

Dans la figure 4-6, nous pouvons facilement voir des configurations dans les rapports entre les éléments de colonne et les éléments de ligne. L'élément A de ligne a deux rapports forts et un rapport modéré avec des éléments de colonne; seulement l'élément C de ligne associe également fortement avec plus d'un élément de colonne.

De même, nous pouvons voir d'un coup d'œil que de tous les éléments de colonne, le point 4 de colonne a les rapports les plus forts avec les éléments de ligne en tant que groupe.

	1	2	3	4	5	6	7
A	○	◎		◎	△		
B					○		
C	△			◎			◎
D		○		◎		○	△
E		○		○	◎		
F		△					

△ Rapport faible ou possible

○ Rapport modéré

◎ Rapport fort

Figure 4-6. Symboles graphiques de relation

On peut également observer facilement l'absence des rapports forts. Le point 3 de colonne se tient dehors parce qu'il n'a aucune entrée. Le point 3 a non seulement l'ensemble le plus faible de rapports avec les éléments de ligne, il peut être considéré non pertinent. Dans la maison de la qualité, où les éléments de ligne sont les besoins de client et des éléments de colonne sont des paramètres d'ingénierie à ces besoins, un élément vide de colonne peut indiquer un paramètre d'ingénierie inutile.

Dans QFD nous assignons des valeurs numériques aux symboles graphiques représentant ces rapports. Les valeurs numériques les plus communes sont montrées dans la figure 4-7 [2]. Si nous redessinons la figure 4-6, substituant ces valeurs aux symboles graphiques, nous obtenons la matrice dans la figure 4-8 [2].

Les nombres au-dessous de la matrice sont les sommes des forces des rapports dans les colonnes. Par exemple, le numéro 30 au bas de la colonne 4 représente la force globale des rapports que le point 4 de colonne a avec tous les éléments de ligne. Il est le plus grand des sommes, et dans QFD notre traduction est que le point 4 de colonne

est le plus important des éléments de colonne, en termes de son rapport avec tous les éléments de ligne.

Symbol Graphique	Valeur Numérique de Relation
⊙	9 (moins commun : 10,7,5,3)
○	3 (moins commun : 2)
△	1
(blanc)	0

Figure 4-7. Valeur numérique de relation

	1	2	3	4	5	6	7
A	3	9		9	1		
B					3		
C	1			9			9
D		3		9		3	1
E		3		3	9		
F		1					
	4	16	0	30	13	3	10

Figure 4-8. Valeur numérique de figure 4-6

La pratique d'ajouter les forces des rapports, comme dans la figure 4-8, nous donne une bonne évaluation du rapport global des éléments de colonne avec les éléments de ligne, supposant que les éléments de ligne sont également importants. Habituellement les éléments de ligne ne sont pas également importants. Dans QFD nous associons habituellement les poids ou les priorités numériques aux éléments dans une liste. Quand nous écrivons de tels éléments pesés dans une matrice, nous pouvons combiner ces poids avec les valeurs de rapport dans les cellules de la matrice, afin d'estimer plus normalement l'importance des éléments de colonne.

Dans la figure 4-9, nous avons ajouté une colonne des nombres représentant l'importance relative de chacun des éléments de ligne. Nous avons divisé chaque cellule en deux parts, séparées par une ligne diagonale. Au-dessus de la diagonale est le nombre initial (de figure 4-8) représentant la force du rapport entre l'élément de colonne et l'élément de ligne. Dans QFD ceci s'appelle habituellement l'impact de l'élément de colonne sur l'élément de ligne. Au-dessous de la diagonale est le produit de la force de l'impact et de l'importance relative de l'élément de ligne. En termes de QFD ceci s'appelle habituellement la relation de l'élément de colonne à l'élément de ligne.

		Importance des Lignes						
		1	2	3	4	5	6	7
A	2	3	9		9	1		
		6	18		18	2		
B	5					3		
						15		
C	3	1			9			9
		3			27			27
D	2		3		9		3	1
			6		18		6	2
E	4		3		3	9		
			12		12	36		
F	1		1					
			1					
		9	37	0	75	53	6	29

Figure 4-9. Matrice de priorisation

Par exemple, la force du rapport (l'impact) entre le point 4 de colonne et l'élément de ligne E est 3, montré au-dessus de la diagonale dans la cellule la correspondance à la colonne 4 et à la ligne E. L'importance relative de l'élément E est 4 (montré juste à la droite de l'élément E). Par conséquent, le nombre au-dessous de la diagonale dans la cellule est 3 fois 4 ou 12. Ce nombre combine la force du rapport et l'importance de l'élément de ligne dans un nombre simple (le rapport). En multipliant l'importance fois la force, nous exprimons "l'importance de la force". Pour estimer l'importance des éléments de colonne, nous ajoutons les "importances des forces" des éléments de colonne.

Nous pouvons maintenant regarder la figure 4-8 dans une nouvelle lumière. Dans cette

matrice, les nombres au bas de la matrice sont simplement les sommes des forces des rapports. Nous n'avons pas tenu compte de l'importance relative des éléments de ligne. Une autre voie de visualiser ceci est que nous avons traité les éléments de ligne comme s'ils étaient tous également importants. Dans la figure 4-9, si tous les éléments de ligne avaient été également importants, et la valeur d'importance avait été placée à 1, les sommes au bas des colonnes seraient les mêmes que dans la figure 4-8. Dans ce sens, la figure 4-8 est un cas spécial de la figure 4-9. La figure 4-9 s'appelle une "matrice de priorisation". La matrice traduit les priorités des lignes en priorités des colonnes. C'est le type le plus commun de matrice dans QFD.

Dans QFD, nous transférons l'information de priorisation de colonne à partir d'une matrice aux lignes d'une autre matrice, comme dans la figure 2-3. La figure 4-10 fournit un regard détaillé à la façon dont il se produit. Dans la matrice supérieure de priorisation, les éléments A de ligne à F sont les "quoi"s. Dans la maison de qualité, les "quoi"s serait les besoins de client. L'importance des "quoi"s dans la maison de qualité est déterminée par le travail de l'équipe de développement effectué dans la matrice de planification. Le résultat de ce travail est exprimé en deux colonnes de planification de matrice: la colonne crue de poids, et la colonne crue normale de poids. L'information dans ces deux colonnes est équivalente - comme les poids crus normaux sont proportionnels aux poids crus, mais exprimé des pourcentages plutôt que de grands nombres entiers. L'une ou l'autre de ces expressions des poids crus sont transférées aux colonnes de la deuxième matrice de priorisation (la inférieure dans figure 4-10). Elles sont étiquetées "importance des éléments de ligne" dans la matrice inférieure. L'équipe de développement produit d'un nouvel ensemble des "comment"s (dénotés par les symboles p à v). L'équipe détermine alors les impacts p à v sur les points de colonne de 1 à 7. Ces impacts avec l'importances des éléments de ligne sont employés pour donner la priorité aux éléments de colonne p à v.

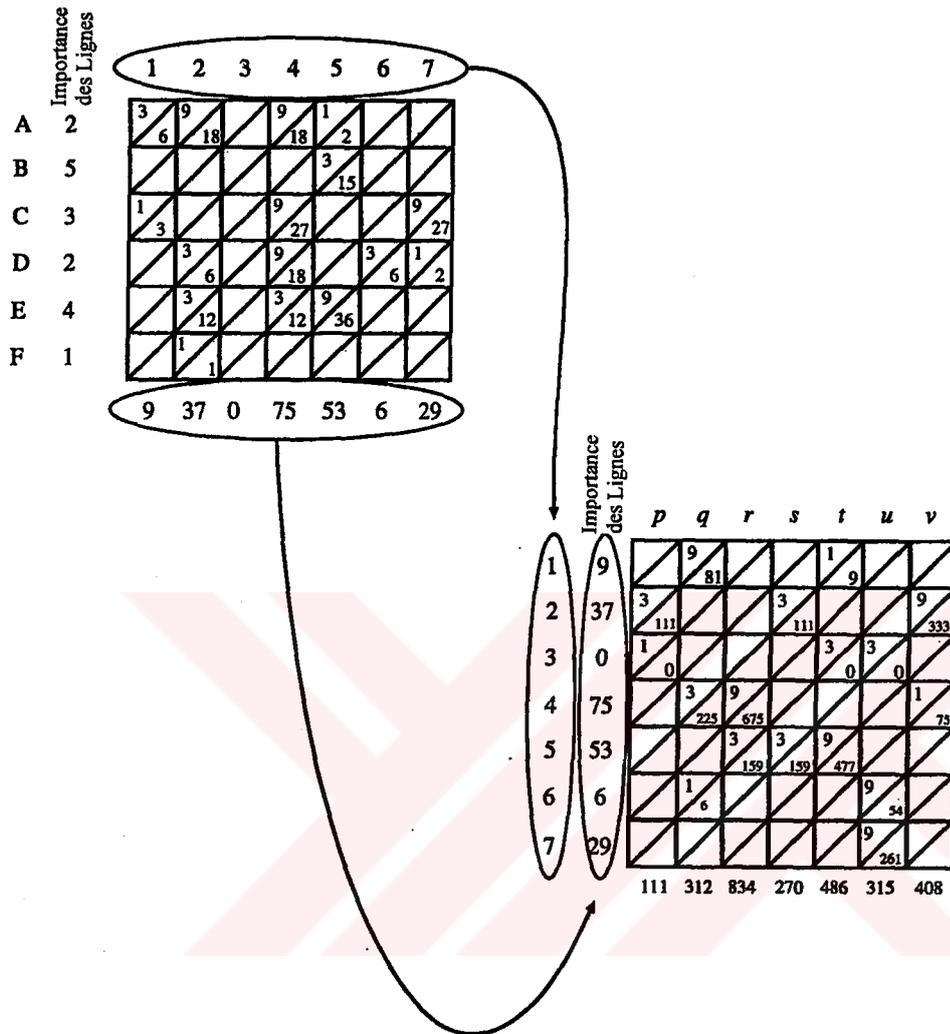


Figure 4-10. Multiple matrix de priorisation

5. La Maison de Qualité

5.1. Introduction

En ce chapitre nous explorons la maison de qualité, l'initial matrice de QFD, en détail (figure 5-1). On va expliquer tous les comportements de la maison de qualité un à un. L'ordre d'explication suggère un ordre logique pour compléter la matrice.

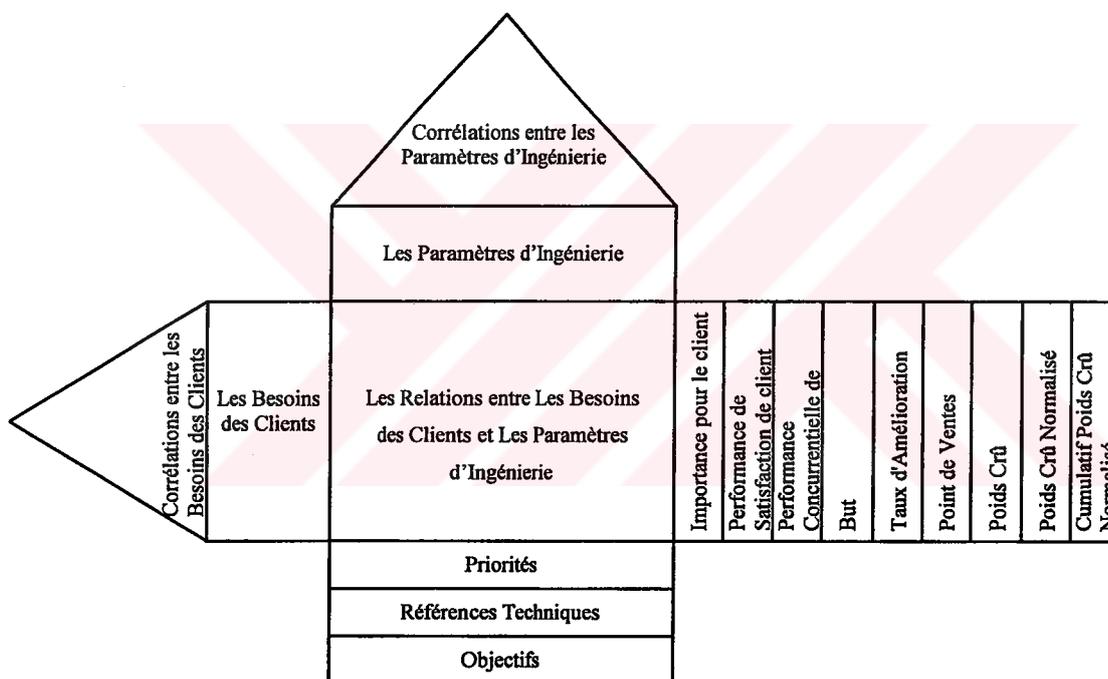


Figure 5-1. La maison de qualité

5.2. Les Besoins des Clients

Un besoin de client est un rapport, dans les mots du client, d'un avantage qui un client obtient ou pourrait obtenir d'un produit ou d'un service. Dans le meilleur des cas, l'avantage devrait être énoncé d'une manière dont est indépendant du produit ou du service étant proposé de répondre au besoin [2], [5].

Il est beaucoup plus difficile appliquer cette directive apparemment simple que vous pouvez penser. Considérez les besoins de client d'automobile, par exemple. Une

partie a besoin, tel

- Transport sûr,
- Confortable tour.

soyez raisonnablement indépendant du concept d'un véhicule avec quatre roues, un moteur, des sièges à l'intérieur d'un corps en métal, et les autres caractéristiques générales qui définissent une automobile. Cependant, d'autres besoins semblent avoir l'automobile comme nous savons qu'elle a construit dans le besoin:

- Roue de direction qui est facile à contrôler
- Sensible à ma pression de pied sur la pédale d'accélérateur

Cependant, parfois l'avantage fondamental est trop général pour être utile en prenant des décisions de produit. Malheureusement, nous n'avons aucune règle dure et rapide qui peut nous guider quant à la façon dont le général ou comment spécifiques les rapports des besoins des clients devrait être. Il doit assez général à tenir compte des solutions multiples, détail asse' à être clairement applicables au problème actuel.

5.2.1. Rassembler Les Besoins des Clients

Avant de recueillir les besoins des clients (Voice of the Customer - VOC), l'équipe doit décider qui les clients sont. Si, de même que souvent le cas, il y a plus d'une catégorie (ou segment du marché) de client, l'équipe doit décider de l'importance relative des diverses catégories de client et les traiter convenablement. En ce moment, nous simplifierons notre discussion en traitant le traitement d'une catégorie simple de client.

5.2.1.1. L'Entrevue des Clients

Les besoins des clients sont recueillis par une variété de méthodes, destinés à demander au client de parler de ses besoins de produit ou de service du type étant projeté. Quelques réalisateurs mettent en application cette étape en conduisant une étude dans laquelle, pour la plupart, on demande des clients leurs avis sur une série de sujets prédéterminés. C'est une grande erreur, parce que les créateurs d'étude n'ont aucune base pour déterminer les sujets à demander environ.

Une bien meilleure approche est à identifier les besoins des clients par les entrevues développées autour des questions ouvertes. L'idée est à laisser des clients parler pour eux-mêmes autant comme c'est réalisable.

Le résultat des entrevues est un ensemble des clients que les expressions représentant les besoins des clients. Puisque les clients en règle générale ne structurent pas leurs pensées au sujet des besoins de produit, les expressions de client seront au commencement un mélange des besoins vrais, la plupart de favori et moindres caractéristiques du produit préférées, plaintes, suggestions, et d'autres types de commentaires. Tous ces commentaires ont la valeur potentielle pendant le procédé de développement, mais seulement les besoins vrais des clients sont nécessaires pour la maison de qualité.

5.2.1.2. Rassembler Les Plaintes des Clientes

Une autre source des besoins de client, en plus des entrevues, est des plaintes de client. La plupart des organisations ont des organisations et des procédés spéciaux pour manipuler des plaintes, puisqu'ils représentent un cauchemar important à n'importe quelle compagnie - le cauchemar du mécontentement de client. Trop souvent, les compagnies considèrent la gestion de plainte comme leur mécanisme de contrôle de qualité. Comme nous avons appris du modèle de Kano, cette stratégie n'est pas assez pour rendre une compagnie concurrentielle. Cependant, retirer des exigences prévues d'un produit est certainement un nécessaire, sinon un suffisant, étape à la compétitivité. Par conséquent, il peut être utile d'inclure des plaintes de client dans les besoins complète des clients.

Typiquement, les compagnies mettront à jour des bases de données des plaintes de client. Ces bases de données peuvent être tout à fait grandes, et leur organisation ne sera pas normalement commode pour fusionner dans un diagramme d'affinité des besoins des clients. La plupart des plaintes sont classifiées par la sévérité de la plainte ou par le type de réponse exigé pour avoir affaire avec le client mécontent.

Ce qui suit est une méthode suggérée pour extraire l'information utile des besoins des

clients à partir des plaintes [2]:

- Échantillonnez aléatoirement un nombre maniable de plaintes de la base de données, disant deux cents à quatre cents plaintes. Échantillon provenant de toutes les plaintes. Il y a une tendance pour les départements de service à la clientèle à escompter ou à ignorer certains types des plaintes - par exemple, des abus du produit, des demandes qui sont au-delà de la commande des représentants de service à la clientèle, et de demandes de nouveaux dispositifs. Cependant, ces types de commentaires des clients sont extrêmement importants pour les développeurs de nouveaux produits.
- En utilisant l'expertise des développeurs et du personnel de service à la clientèle, traduisez les plaintes en expressions ou concepts positifs qui représente les besoins de client fondamentaux exprimés par les plaintes.
- Vannez les expressions résultantes des besoins des clients en retirant des doubles. Mettez à jour une indication avec chaque expression qu'elle a été dérivée des plaintes.
- Fusionnez les expressions résultantes dedans avec les expressions saisies par des entrevues.
- Développez le diagramme d'affinité des besoins des clients.

5.2.2. Trier La Voix du Client dans des Catégories Principales

Puisque les clients demandent souvent des solutions sans indiquer le besoin fondamental, et parce que les mots des clients ne sont contraints par aucune discipline particulière, les expressions doivent être triées avant que les besoins de client puissent être structurés.

Les expressions de client sont placées dans une liste ou une autre selon si l'expression est un véritable besoin de client, une fonction suggérée ou demandée de produit ou n'importe laquelle de ces autres catégories l'équipe de développement peut être intéressée dedans. Les besoins des clients, les paramètres d'ingénierie, les fonctions des produits, les issues de fiabilité et les valeurs à atteindre sont les catégories les plus communes.

Les issues de fiabilité associent à un sens de confiance que un client a ou voudrait avoir, en service ou produit. Les clients sont très mécontents quand on ne peut pas compter sur les produits ou les services, mais ne sont pas fortement satisfaits juste parce qu'ils peuvent être comptés au moment.

Les valeurs à atteindre sont des indications quant à quelle quantité de certaine caractéristique technique un client veut. Quand les clients mentionnent des nombres dans l'articulation de leurs besoins, il y a de fortes chances qu'ils fournissent des valeurs à atteindre, comme la vitesse maximum de la voiture.

5.2.3. Structurer Les Besoins des Clients

Après le rassemblement des besoins de client de beaucoup de sources, et même après le triage des paramètres d'ingénierie et beaucoup d'autres éléments qui ne sont pas vraiment les besoins, il y aura toujours une grande, peu maniable liste à traiter. Dans le processus de QFD, les besoins sont arrangés dans un diagramme d'affinité, qui est alors terminé et raffiné en utilisant le processus de diagramme d'arbre.

Le plus généralement, le diagramme d'arbre est trois niveaux profondément. S'il a plus de niveaux, les niveaux plus bas sont utilisés comme définitions et clarifications des niveaux plus élevés. Si le niveau tertiaire a été choisi l'analyse, alors le niveau quaternaire, où il existe, peut être employé pour définir plus entièrement les limites tertiaires associées. L'équipe de développement choisit un niveau pour leur analyse, plaçant ce niveau contre le bord gauche de la section de rapports de la maison de qualité.

Notez qu'en arrangeant les besoins de client dans une structure arborescente hiérarchique nous ne détruisons aucun détail. Cependant, la hiérarchie nous permet de contrôler l'information par le choix pour travailler à un niveau particulier.

5.3. La Matrice de Planification

Juste comme la section des besoins des clients est un dépôt des données qualitatives des clients, la matrice de planification est le dépôt pour des données quantitatives

importantes au sujet de chaque besoin des clients. L'équipe de développement emploiera ces données pour décider quels aspects du produit ou du service prévu seront soulignés pendant le projet de développement.

La matrice de planification est l'outil qui aide l'équipe de développement à donner la priorité aux besoins des clients. La figure 2-2, la section B, et la figure 5-1 sont les représentations schématiques de la matrice de planification [2], [5]. La matrice de planification fournit une méthode systématique pour l'équipe de développement à

- Comparer leur performance actuelle du produit ou service en répondant à besoins des clients à la performance de la compétition.
- Développer une stratégie pour la satisfaction de client qui optimise les capacités de l'organisation à la vente le produit (satisfaction de client à court terme) et maintenir le client satisfait (la satisfaction à long terme).

La matrice de planification demande les questions principales suivantes chaque besoin de client :

- Ce besoin au client combien important est-il?
- À quel point faisons-nous en répondant à ce besoin aujourd'hui?
- À quel point fait la concurrence en répondant à ce besoin aujourd'hui?
- À quel point voulons-nous faire en répondant à ce besoin avec le produit ou service d'être développés?
- Si nous répondons à ce besoin bien, pourrions-nous utiliser que fait à aider à vendre le produit?

Nous regarderons les colonnes de matrice de la planification et leurs questions associées un par un.

5.3.1. Importance pour Le Client

La colonne d'importance pour le client est l'endroit pour enregistrer comment important chaque besoin est au client. Trois types de données sont généralement utilisés dans cette colonne: Poids absolu, poids relatif, et importance ordinale.

5.3.1.1. Importance Absolue

Les entrées d'importance absolues sont habituellement choisies d'une sélection mesurée des importances. Le nombre de points sur une telle échelle a été connu pour s'étendre de trois à dix. Nous utiliserons le type le plus commun qui est une échelle de cinq-notation où les valeurs 1 à 5 peuvent être définies comme

- 1-Pas du tout important pour le client
- 2-D'Importance mineure pour le client
- 3-D'Importance modérée pour le client
- 4-Très important pour le client
- 5-D'Importance la plus élevée pour le client

Les valeurs d'importance absolues sont habituellement obtenues par une enquête en à quels défenseurs on demande d'évaluer l'importance de chaque besoin sur une croûte fournie par l'interviewer (ou décrite dans l'imprimé d'enquête.) Les études sur ce type sont souvent conçues et mises en application par l'équipe de développement, sans l'aide des entreprises professionnelles de recherche du marché. Dans le budget très bas, l'équipe de développement du produit estimera ces estimations eux-mêmes ou avec l'aide de quelques clients - une entreprise dangereuse et risquée mais pas non entendu de.

Même supposant que les données précises et représentatives dans une échelle absolue sont disponibles, il y a toujours un problème en utilisant l'importance absolue: Les clients tendent à évaluer presque tout en tant qu'étant importants. Tandis que tout est important pour le client, l'équipe de développement est encore forcée de faire des compensations, en raison des ressources contraintes. En outre, les clients peuvent choisir les produits qui ne répondent pas à leurs besoins également bien, et soient satisfaits toujours globalement d'eux. Ainsi, si les clients peuvent clairement différencier l'importance des différents besoins de client, le processus de QFD peut aider les développeurs à traduire ces différences en paramètres d'ingénierie prioritaires. Si les données pesantes absolues tendent à être liées près des points plus élevés possible, elles ne contribuent pas fortement aux réalisateurs aidant pour donner la priorité.

Une meilleure méthode pour mesurer l'importance pour le client utilise l'importance relative, qui exige malheureusement des sauts pas habituellement trouvés dans des équipes de développement.

5.3.1.2. Importance Relative

Les entrées relatives d'importance reflètent que si l'un besoin est deux fois plus important que des autres pour le client, alors les points d'importance du besoin plus important soient deux fois les points du besoin moins important.

Des valeurs relatives d'importance sont typiquement placées sur une échelle 100-point ou sur une échelle de pourcentage. Le numéro 100 indique l'importance plus élevée possible pour le client. Non chaque client dans une étude assignera le même poids à chaque besoin de client, ainsi il est que n'importe quel besoin de client ne sera jamais marqué à la valeur maximum, 100 peu probables. Les intervalles typiques des points relatifs d'importance sont environ de 40 à 85.

L'importance relative est mesurée en demandant à des clients de comparer les attributs entre eux et d'indiquer des importances. Il y a beaucoup de méthodes. Une technique largement répandue présente les attributs de client aux répondants dans les paires, et demande au répondant d'indiquer combien de membre plus important un de chaque paire est comparé à l'autre. Cette méthode s'appelle "les comparaisons appareillées par somme constante". Chaque attribut est comparé par paires à chaque autre attribut dans de telles comparaisons. L'information reflétant ces choix est placés dans une cellule dans une matrice. La matrice est en quelque sorte semblable traitée à la méthode analytique de processus de hiérarchie. Les résultats d'analyse dans les poids pour chaque client attribuent qui indiquent l'importance relative des besoins.

Un tel processus des comparaisons par paires porte avec lui, le risque de jugements contradictoires. C'est-à-dire, il n'y a rien qui arrêterait un répondant de déclarer cela

A est plus important que B

B est plus important que C

C est plus important que A

Ce type de raisonnement circulaire ne peut pas être facilement évité dans les études, bien qu'il puisse être testé pour après le fait. Néanmoins, si le processus d'étude peut être construit d'une manière dont garantir que des jugements contradictoires ne seront pas faits, il n'y a aucune raison pour laquelle les poids résultants ne représenteraient pas raisonnablement la façon de la sensation de personnes au sujet de l'importance relative de leurs choix.

Une autre technique largement répandue présente le client avec une liste complète de possibilités et demande au répondant d'arranger ces derniers dans l'ordre d'importance décroissant ou croissant. Sur option, le répondant peut être invité à assigner des valeurs numériques représentant le degré d'importance dans la liste triée. Ce processus a l'avantage par rapport aux comparaisons par paires d'assurer l'uniformité. Un inconvénient de ce processus est que certaines méthodes de rassembler de telles données sont impraticables. Par exemple, si une enquête de téléphone est conduite, le répondant ne pourra probablement pas visualiser plus qu'environ sept attributs.

5.3.1.3. Importance Ordinale

L'importance ordinale, comme l'importance relative, est une indication de range d'importance. À la différence de l'importance relative, qui indique combien l'un attribut plus ou moins important est comparé à un autre attribut, l'importance ordinale indique seulement qu'un attribut est plus ou moins important que des autres.

Le nombre le plus élevé dans la colonne ordinale d'importance indique l'attribut qui est le plus important pour le client. La plupart des personnes utilisent des nombres ordinaux d'importance juste la voie opposée: le nombre "1" indique les nombres les plus importants et les plus élevés indiquent l'importance inférieure. Cependant, l'arithmétique de QFD traite toujours des nombres plus élevés comme plus importants.

Les méthodes typiques pour mesurer l'importance ordinale impliquent d'examiner des clients et de leur demander de ranger les attributs de client ou d'assigner des nombres d'importance aux attributs comme avec l'importance absolue. De diverses formes de faire la moyenne des réponses peuvent être employées pour arriver à l'importance

ordinaire. Par exemple, si des clients sont invités à ranger l'importance:

- Assignez le numéro 1 au besoin de client bas-rangé sur chaque réponse d'étude. Assignez les nombres croissants à chaque besoin de client rangé plus élevé sur chaque réponse. Le nombre le plus élevé assigné serait égal à tout le nombre de besoins de client rangés par le client.
- Ajoutez les nombres assignés pour chaque attribut dans chaque réponse d'étude.
- Le besoin de client avec les plus hauts points sera le plus important. Le besoin de client avec les prochains plus hauts points sera prochain plus important, et ainsi de suite.
- Les points ne sont pas des importances proportionnelles ou pesées, puisque les clients n'ont pas été invités à ne fournir aucune information au sujet de l'importance relative.

Les importances ordinales résultant sont des évaluations raisonnables de la voie des clients. Quoique l'équipe de développement ne puisse pas être très confiante de combien un besoin de client est plus important que des autres, elles peuvent être confiantes que les éléments au-dessus de la liste sont une combinaison plus importante que des éléments au bas de la liste.

5.3.2. Performance de Satisfaction de Client

La performance de satisfaction de client est la perception du client d'à quel point le produit ou le service actuel répond aux besoins de client. Par le produit actuel nous voulons dire que le produit ou service actuel l'offre ou être livré qui ressemble le plus étroitement au produit ou au service que nous projetons développer.

La méthode habituelle pour estimer cette valeur est en demandant au client, par l'intermédiaire de l'étude, à quel point lui ou elle se sent que le produit ou le service de la compagnie a répondu à chaque besoin de client. Ce niveau de satisfaction est habituellement exprimé comme une "catégorie" ou un niveau des performances. Des catégories sont habituellement données sur des quatre -, cinq - ou échelle de six-notation, bien que mesure parfois jusqu'à dix points soient utilisés. Souvent, des clients sont invités à fournir les catégories A par F de lettre. Les catégories seraient

converties en nombres, où le rendement le plus élevé serait traduit en nombre le plus élevé.

On s'attend à ce que le répondant réponde à chaque question en contrôlant ou en entourant un des réponses. L'allocation est souvent faite pour les répondants qui ne savent pas la réponse ou pour qui la question ne s'applique pas.

Une méthode d'utiliser des données des études comme ceci dans QFD est assigner des valeurs numériques aux réponses possibles et puis de calculer des moyennes pesées. La moyenne pesée dans ce cas-ci est

$$\text{Performance moyenne pesée} = \frac{\sum_i [(\text{Nombres de répondants à valeur de performance } i) * i]}{\text{Nombres totales de répondants}} \quad (5.1)$$

Les points moyens pesés de performance pour une question particulière pourraient être la valeur que nous utilisons dans la maison de qualité de QFD. Si presque tous les clients répondaient à une question avec la même valeur, alors la réaction de la base de client serait homogène en ce qui concerne ce besoin de client. Cependant, il y a la possibilité que les réponses peuvent ne pas grouper autour d'une valeur simple. En d'autres termes, la valeur moyenne pesée de performance n'est pas représentative de plusieurs des clients et devrait être utilisée avec prudence. C'est le cas de la segmentation.

Par segmentation, nous voulons dire que les besoins ou la vente des occasions, derrière une proportion substantielle des clients sont différents de ceux des autres clients. Ils ne sont pas satisfaits complètement par le produit existant. Si nous voulons satisfaire la plupart des clients, les réalisateurs peuvent devoir développer une solution technique différente de l'actuelle.

Le point principal est que la distribution des réponses de performance de client à une question d'étude doit être comprise avant que l'équipe de QFD représente aveuglément le niveau des performances de tous les clients par un nombre simple tel que l'exécution

moyenne pesée.

5.3.3. Performance Concurrentielle de Satisfaction

Afin d'être concurrentielle, l'équipe de développement doit comprendre la concurrence. Ceci peut sembler simpliste, mais beaucoup d'équipes de développement n'étudient pas leur concurrence très soigneusement. Puisqu'il est habituellement beaucoup plus difficile d'atteindre les clients de la concurrence que leurs propres clients, les équipes de développement fonctionnent souvent dans l'obscurité en ce qui concerne les forces et les faiblesses de leur concurrence.

QFD fournit une méthode par laquelle l'équipe de développement peut enregistrer les forces et les faiblesses de la concurrence à côté de ses propres. La comparaison peut être montrée à deux niveaux importants: d'abord, en termes de besoins de client, et en second lieu, en termes des paramètres d'ingénierie. Dans la matrice de planification, l'équipe de développement a l'occasion de comparer, côte à côte, à quel point leur produit actuel et la concurrence répondent aux besoins de client.

Cette comparaison leur permet de fixer des objectifs de performance de client stratégiquement. L'équipe peut choisir de viser pour la performance élevée de client où la concurrence est faible ou pour la performance élevée de client où la concurrence est forte. En comparant l'importance pour la performance de client, de satisfaction de client, et la performance concurrentielle de satisfaction, un certain nombre de choix stratégiques possibles deviennent évidents.

Les données concurrentielles de performance devraient apparaître dans un projet de QFD sous la même forme que des données de performance de client. Dans le scénario le plus typique d'étude de marché, des études sont conçues pour capturer la performance concurrentielle de la même manière que la performance de client, de sorte que les données quantitatives résultantes soient comparables.

Après avoir recueilli les données concurrentielles de performance de satisfaction, qui ne peuvent avoir été rassemblées sous une forme qui apparie le diagramme d'arbre des

besoins de client, la prochaine étape est de l'associer aux besoins de client. Dans les cas où les données clairement alignent et adaptent les besoins de client structurés, déjà établis du QFD, saisissez simplement les données. Il y aura probablement des lacunes où les données concurrentielles de performance de client ne sont pas disponibles. Ceci devrait être indiqué dans la matrice de planification.

On peut être tenté pour créer un projet de recherche de marché pour compléter toutes les lacunes de performance concurrentielle. Ce n'est probablement pas nécessaire. Obtenant de nouvelles données seulement pour ces besoins de client qui émergent pendant que priorité très élevée après qu'une première passe au-dessus de la matrice de planification est recommandée.

5.3.4. Le But et Taux d'Amélioration

Dans la colonne de but de la matrice de planification, l'équipe décide quel niveau de performance de client ils veulent viser pour à répondre à chaque besoin de client - le but. Les buts de performance sont normalement exprimés en même échelle numérique que des niveaux des performances. Le but, combiné avec notre estimation actuelle, est employé pour placer le taux d'amélioration. Le taux d'amélioration est un des multiplicateurs les plus importants d'importance au client; ainsi, la fixation de l'objectif est une étape stratégique cruciale dans QFD.

C'est parce que les buts, combinés avec notre estimation actuelle, déterminent la colonne de taux d'amélioration, une mesure d'effort exigée pour modifier la performance de satisfaction de client pour un attribut de client. Si la compagnie a un produit ou un service en place, avec un niveau des performances de client de 3 par exemple pour un attribut de client, alors lui prendra normalement l'effort à peu près identique de réaliser que le même niveau de performance dans une nouvelle version du produit ou le service.

Si le but est plus haut que le niveau actuel - par exemple, 4, par rapport à 3 pour le produit ou le service précédent - alors un peut impliquer que "quelque chose de spécial" devra être fait pour avoir un effet positif sur l'exécution de client. "Quelque

chose de spécial" pourrait signifier une nouvelle conception innovatrice au moins d'une partie du produit ou du service ou il pourrait signifier que un changement radical de la façon le produit ou le service est emballé ou fourni. De tels changements exigent souvent les changements multi-départementaux correspondants. Il n'est jamais facile accomplir ces types de changements; ainsi, l'équipe de développement ne doit pas prendre le but plaçant pour la performance de client légèrement.

Quand la performance de client est tout à fait basse, la sagesse conventionnelle de qualité suggère qu'il soit habituellement relativement facile d'apporter des améliorations modestes. Cette même sagesse suggère qu'il devienne de plus en plus difficile d'approcher la perfection. En d'autres termes, quand les problèmes évidents sont à l'écart, la performance de client se sera améliorée mais peut ne pas mesurer toujours jusqu'à la concurrence de monde-classe. Une analyse plus sophistiquée de problème et des solutions plus évanescentes peut être exigée.

L'arithmétique dans la matrice de planification est installée pour refléter les difficultés de ces changements, bien que l'arithmétique traditionnelle de QFD ne soit pas parfaite. "La performance actuelle de satisfaction" et le "but" sont combinés arithmétiquement pour produire une valeur appelée le "taux d'amélioration". Le taux d'amélioration est un facteur de multiplication qui mesure pertinemment l'"importance pour le client" et range l'importance des besoins de client. La méthode la plus commune pour déterminer le taux d'amélioration est de diviser le but par performance actuelle de satisfaction:

$$\text{Taux d'amélioration} = \frac{\text{But}}{\text{Performance actuelle de satisfaction}} \quad (5.2)$$

5.3.5. Point de Ventes

La colonne de point de ventes contient l'information caractérisant la capacité de vendre le produit ou service, basé sur à quel point chaque besoin de client est satisfait. Par exemple, pour une automobile, un besoin de client pourrait être pour l'efficacité de carburant. Si l'automobile peut être conçue pour répondre à ce besoin bien, les efforts

de vendre le produit pourraient profiter de cette capacité [2], [5].

Les valeurs les plus communes assignées pour des points de ventes sont

- 1 Aucun point de ventes
- 1.2 Moyen point de ventes
- 1.5 Fort point de ventes

Évidemment, à performer très bien sur un besoin de client peut également le faciliter pour vendre le produit. Dans ce cas-ci, l'importance pour la valeur de client pourrait être haute, la valeur de but pourrait être haute, et la valeur de point de ventes pourrait être haute.

Mais non tous les besoins de client représentent des possibilités commerciales. Par exemple, accomplir un besoin de sûreté ou de la conformité aux normes de normalisation établies depuis longtemps ne créerait pas probablement l'intérêt de client qui justifierait une campagne de ventes.

Ainsi, les points de ventes forts pourraient être

- Efficacité de carburant élevée (automobile),
- La longue vie (ampoule),
- Aucun besoin de deuxième manteau (peinture pour bâtiments),
- Obtient des vêtements blancs et lumineux (le détergent de blanchisserie).

Comment fort ces points de ventes sont dépend de la façon dont ils comparent à la concurrence, et sur la façon dont important, elle pourrait être au client pour que le produit exécute particulièrement bien sur ces attributs.

Lorsque la colonne de point de ventes est complétée, l'équipe de développement peut ne pas avoir aucune idée ce qui sera leur conception ou comment ils répondront aux besoins spécifiques de client. Une voie de harnachement de la puissance de QFD est à mettre les buts agressifs dans la colonne de but de la matrice de planification dans les zones clientes de besoin qui pourraient mener à l'avantage compétitif, et qui ensuite

lient les valeurs correspondantes de point des ventes à ces buts agressifs. Ceci permet au processus de QFD de montrer quelles parties de la conception demandent la pensée de percée afin de réaliser l'avantage.

5.3.6. Poids Crû

La colonne de poids crue contient une valeur calculée des données et des décisions prises dans des colonnes de matrice de planification vers la gauche. Elle modèle l'importance globale pour l'équipe de développement de chaque besoin de client, basée sur son importance pour le client, le taux d'amélioration réglé par l'équipe de développement, et la valeur de point de ventes déterminée par l'équipe de développement. La valeur du poids cru pour chaque besoin de client est

$$\text{Poids Cru} = (\text{Importance pour le client}) * (\text{Taux d'amélioration}) * (\text{Point de ventes}) \quad (5.3)$$

Plus le poids cru est haut, plus le besoin de client correspondant à l'équipe de développement est plus important. Le poids cru est un nombre simple incarnant la performance de satisfaction de client, l'effort de mise en place, et le potentiel de vente. Par conséquent, il fournit une perspective stratégique globale d'affaires sur l'importance des besoins des clients du succès du produit ou du service étant projeté.

5.3.7. Poids Crû Normalisé

La colonne crue normalisée de poids contient les valeurs crues de poids, mesurées à l'intervalle de 0 à 1 ou exprimées en pourcentage.

Pour calculer le poids cru normalisé, additionnez d'abord les poids crus pour calculer le total cru de poids. Le poids cru normalisé pour chaque besoin de client est alors le poids cru pour le besoin de client, divisé par le total cru de poids:

$$\text{Poids cru normalisé} = \frac{\text{Poids cru}}{\text{Poids cru totals}} \quad (5.4)$$

Puisque le poids cru sera utilisé dans QFD comme valeur proportionnelle, le poids cru

normalisée diffuse la même information que le poids cru.

Il est commode de convertir le poids cru en poids cru normalisé pour des calculs ultérieurs dans QFD. Le poids cru, qui est souvent dans l'intervalle de 15 ou plus haut, sera multiplié par d'autres valeurs et les sommes résultantes peuvent être au-dessus de 1000. L'utilisation des sommes crues normales de poids sera beaucoup plus petite, et donc généralement plus facile à contrôler et afficher.

5.3.8. Poids Crû Normalisé Cumulatif

La colonne crue normalisée cumulative de poids est basée sur les valeurs dans la colonne crue normale de poids. Le poids cru normalisé cumulative montre quelle quantité de tout le poids cru peut être attribué au besoin de client le plus important, les deux besoins de client les plus importants, les trois les plus importants, et ainsi de suite.

Chaque valeur crue normalisée cumulative de poids dans une ligne est formée de la somme du poids cru normalisé du besoin de client de la ligne, et des poids crus normalisés de tous les besoins de client plus importants (plus haut) que ce besoin. En affichant les poids cumulatifs de cette façon, nous pouvons facilement voir quels besoins de client contribuent à de diverses fractions de tout le poids crus.

5.4. Les Paramètres d'Ingénierie

La traduction de les besoins des client dans la voix du développeur, que nous appellerons habituellement les paramètres d'ingénierie, sera placée en forme qualitative sur le dessus de la matrice de rapports, et en forme quantitative au bas (des valeurs à atteindre et des références techniques concurrentielles).

Les paramètres d'ingénierie est le terme utilisé pour le langage interne et technique des utilisations d'une organisation de décrire son produit ou service. Dans QFD, nous employons les caractéristiques de qualité de limite pour dénoter les besoins de client (la voix du client). La traduction dans des limites techniques s'appelle les caractéristiques de remplacement de qualité (les paramètres d'ingénierie) parce qu'elle

représente une traduction du langage du client dans le langage technique de l'organisation. Cette réponse technique peut décrire le produit de n'importe quelle partie d'une variété de points de vue. Le plus généralement, les développeurs appellent ce langage les conditions de produit ou les conditions de conception.

La nature des exigences de produit varie largement du groupe à groupe, et de l'industrie à l'industrie. Beaucoup d'organisations décrivent les produits et les services dans plus d'une langue ou plus d'un ensemble des termes. Ils différencient ces diverses langues en leur donnant les noms tels que les exigences clientes, les exigences de marché, les spécifications supérieures, les spécifications détaillées ou les spécifications techniques à nommer mais quelques-uns.

Le rapport idéal entre le produit ou les langages de description de service est un dans lesquels les langages sont définis et commandés selon la façon dont l'abstrait ou solution-indépendant, chaque langage est. Si une description de produit tient compte de beaucoup de réalisations possibles, elle est plus abstraite qu'une autre qui clairement décrit ou implique une et seulement une mise en place.

N'importe quelle organisation de développement ferait bien pour définir son produit de plus haut niveau ou pour entretenir le langage de description en fournissant un vocabulaire des limites qui sont incluses dans le langage, avec des exemples. Des langages plus élémentaires ont pu être pareillement définis. Le plus important pour ces définitions est de montrer comment un créateur traduit un rapport d'un langage de plus haut niveau et plus abstrait à un ou plusieurs rapports dans un langage plus élémentaire et plus concret.

5.4.1. Mesures de Performance Supérieure

Le langage le plus valable pour des paramètres d'ingénierie est probablement le langage des mesures de performance. Ce sont des mesures que l'équipe de développement dérive directement des besoins de client. À eux devrait être assez général pour être appliqué à un produit ou le service indépendamment de la mise en place spécifique. Par conséquent, ils fournissent des mesures idéales pour l'étalonnage

des produits concurrentiels ou les services et pour fournir un point de départ solution-indépendant pour développer de nouveaux concepts.

La méthode standard pour développer des mesures de performance est de commencer par les attributs de client [2]. Pour chaque attribut de client,

- Définissez le système des mesures.
- Définissez les mesures.

5.4.1.1. Définir Le Système des Mesures

Définir le système des mesures est le processus par lequel l'équipe de développement établit la pertinence et le rapport entre ses mesures et perceptions des clients. Le mot "Deployment" dans "Quality Function Deployment" s'applique le plus aisément à ce processus de définir le système des mesures. En un mot, l'équipe traduit ou se déploie, chaque besoin de client en system des mesures de performance technique.

Définissez d'abord pour chaque mesure technique d'attribut de client une ou quelques-uns de performance, tout en s'assurant

- Qu'il peut être mesuré tandis que le produit ou le service est développé, et avant qu'il soit expédié ou déployé; en d'autres termes, ce il peut être utilisé comme une indication de performance de satisfaction de client.
- Qu'il peut être contrôlé par l'équipe de développement. L'équipe devrait pouvoir prendre les décisions qui pertinemment ajusteraient la mesure vers le haut ou vers le bas. Une bonne voie de penser à la mesure est comme une "molette" que l'équipe de développement peut tourner dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Car l'équipe tourne conceptuellement la molette, la performance de satisfaction de client peut conceptuellement être affectée franchement ou négativement.

Être correctement défini, chaque mesure de performance devrait être caractérisée de quelques voies. D'abord, les unités de la mesure devraient être définies. Les exemples seraient

- Voltage en volts,

- Temps en minutes,
- Exactitude dans les défauts par mille transactions.

En second lieu, la direction de la qualité devrait être définie. Il y a trois directions possibles de la qualité:

- *Plus le meilleur.* La cible implicite est infinie. Les exemples sont les suivants:
 - ✓ Fiabilité comme mesurée temps moyenne entre la panne (moyenne des temps de bon fonctionnement).
 - ✓ L'efficacité de carburant comme mesurée par des milles a voyagé par gallon de carburant utilisé.
- *Moins le meilleur.* La cible implicite est nominalement zéro. Les exemples sont les suivants:
 - ✓ Qualité de service comme mesurée par le nombre de défauts par transaction.
 - ✓ Vitesse de mise en route comme mesurée par heure de lancer une application de logiciel.
- *La Cible Est La meilleure.* La cible est aussi proche que possible d'une valeur nominale sans la variation autour de cette valeur. Les exemples sont les suivants:
 - ✓ La précision de l'ajustement comme mesurée par le diamètre d'une tige en acier a destiné pour s'adapter dans une douille cylindrique.
 - ✓ Constance de la température idéale dans un récipient de congélateur de nourriture.

5.4.1.2. Définir Les Mesures

Décrivez comment chaque mesure sera exécutée. En outre, documentez toutes les prétentions et commentaires au sujet de chaque mesure.

Décrire comment chaque mesure sera exécutée est une étape qui échappe à beaucoup de réalisateurs. Ils peuvent estimer que la méthode de mesure est évidente en soi et n'ont pas besoin de description explicite. L'omission de cette étape mène à beaucoup d'heure perdue pendant la planification et plus tard pendant le développement.

Cette étape se sert de la définition de la mesure. Deming précise que la définition du

processus de la mesure est un facteur principal en définissant le système de mesure [2]. Il dit que le système des mesures du point de vue fonctionnement défini sont le système des mesures "une peuvent faire des affaires avec". Réciproquement, le système des mesures qui ne sont pas du point de vue fonctionnement défini sont le système des mesures une ne peuvent pas faire des affaires avec. De tel système des mesures cause la confusion, parce qu'une personne aura inévitablement à l'esprit un procédé différent de mesure qu'autre.

5.4.2. Fonctions de Produit

Une approche complètement différente à définir les paramètres d'ingénierie est de placer le produit ou les fonctions de processus le long du dessus de la maison de qualité [2]. Il peut être approprié d'utiliser des fonctions au lieu du système des mesures de performance dans les circonstances suivantes:

- Le concept de produit ou de service a été déjà établi. Beaucoup de fois une version réussie d'un produit ou d'un service est déjà dans le domaine, et QFD est employé pour définir une mise à niveau à l'offre précédente. En ce cas il peut y a une liste d'extensions possibles - déjà exprimées comme les traits - à qui doivent être donnés la priorité.
- L'équipe de développement manque de l'heure ou de l'intérêt de développer et donner la priorité à des mesures de performance. Puisque le priorisation des mesures de performance ne définit pas un produit ou les dispositifs de service, le processus de QFD doit être employé au moins une fois de plus pour traduire des mesures de performance prioritaires en dispositifs prioritaires. Cette étape supplémentaire prend du temps et peut toujours ne pas être en valeur l'effort.

Beaucoup de produits et services ont un grand nombre de capacités ou de fonctions. Il peut être ahurissant pour les placer tous au-dessus d'une maison de qualité. Selon le niveau du détail les développeurs utilisent pour décrire les fonctions, la maison de qualité pourrait être également petite ou grande.

Les développeurs peuvent employer le processus de diagramme d'affinité pour décider à quel niveau de détail fonctionnel ils veulent travailler. La hiérarchie de diagramme

d'affinité du produit ou de la fonction de processus aura plusieurs niveaux (de même que tout les diagrammes d'affinité). L'analyse aux niveaux plus élevés (avec peu d'éléments) présentera l'avantage d'une analyse plus rapide. L'inconvénient correspondant de travailler avec moins de détail est moins de profondeur dans l'analyse.

D'une façon générale, pour l'analyse stratégique, une phase d'analyse plus rapide à un niveau moins détaillé est appropriée. La maison de qualité au niveau stratégique d'analyse indiquera ce que peu de zones fonctionnelles critiques exigent une planification plus détaillée. Ces zones peuvent alors être choisies, et l'équipe de développement peut analyser seulement ces zones dans une maison ultérieure de qualité.

5.5. Les Rapports et Les Priorités

La section de rapports établit un rapprochement entre les paramètres d'ingénierie d'une part, et les besoins des clients de l'autre.

Chaque cellule de rapport représente un jugement, fait par l'équipe de développement, de la force de la relation entre un paramètre d'ingénierie et un besoin de client. Nous appelons la force de la relation l'impact du paramètre d'ingénierie sur le besoin de client. La section entière de rapport de la maison de qualité contient des cellules pour enregistrer ces impacts au sujet de chaque paire de paramètre d'ingénierie / besoin de client.

Dans QFD nous identifions quatre possibilités de rapports:

- La performance de satisfaction de client en ce qui concerne le besoin n'a pas joint au paramètre d'ingénierie. En d'autres termes, pour des changements de n'importe quel tri, grand ou petit, dans la quantité ou le degré du paramètre d'ingénierie, aucun changement apparent de performance de satisfaction de client de ce besoin n'est prévu par l'équipe de développement.
- La performance de satisfaction de client en ce qui concerne le besoin a probablement joint au paramètre d'ingénierie. Pour les changements relativement

grands de la quantité du paramètre d'ingénierie, peu ou pas de changement de performance de satisfaction de client de ce besoin est prévu par l'équipe de développement.

- La performance de satisfaction de client en ce qui concerne le besoin a modérément joint au paramètre d'ingénierie. Pour les changements relativement grands des changements apparents mais non principaux de quantité du paramètre d'ingénierie, de performance de satisfaction de client de ce besoin sont prévus par l'équipe de développement.
- La performance de satisfaction de client en ce qui concerne le besoin a fortement joint au paramètre d'ingénierie. Pour les changements relativement petits de la quantité du paramètre d'ingénierie, des changements cruciaux de performance de satisfaction de client sur ce besoin sont prévus par l'équipe de développement.

Pour la plupart des activités de QFD, la relation est considérée positive; c'est-à-dire, si le paramètre d'ingénierie est déplacé la direction de la qualité, on assume que la satisfaction de client augmente. La relation négative est possible, mais elle complique le processus de QFD. Autant que possible, l'équipe de développement devrait essayer de convertir une telle relation négative à la relation positive en redéfinissant paramètre d'ingénierie. Malheureusement, ce n'est pas toujours possible.

Certains symboles sont d'habitude employée dans QFD pour dénoter ces quatre impacts possibles. Les symboles, leurs significations, et leurs équivalents numériques sont déjà montrés dans le chapitre 4 dans la figure 4-7.

La signification de symbole "non jointe" est un blanc. De temps en temps ceci cause un peu de confusion dans QFD, parce qu'il n'est pas possible de distinguer une cellule de matrice qui a été évaluée comme "non joint" d'une cellule qui n'a pas été évaluée.

Il est généralement plus difficile que les équipes de développement jugent des impacts quand les paramètres d'ingénierie ne sont pas mesurables. Typiquement les équipes de développement pensent à paramètres d'ingénierie non-mesurable en tant qu'ou "présent" ou "absent". En déterminant un impact dans ce contexte, ils essayent de

juger si la performance de satisfaction de client est haute si le paramètre d'ingénierie est présent, et basse si le paramètre d'ingénierie est absent.

5.5.1. Priorités des Paramètres d'Ingénierie

Une fois que l'équipe de développement est déterminée tous les impacts ou relations, les arithmétiques simples fournissent un des résultats principaux de QFD: les contributions relatives des paramètres d'ingénierie à la satisfaction de client globale.

Ceux-ci représentent les priorités du paramètre d'ingénierie, et sont placés près du bas de la maison. La figure 4-2 illustre comment cela fonctionne [2].

	Paramètre d'Ingénierie X	Paramètre d'Ingénierie Y		Poids Cru	Poids Cru Normalisés
Besoin A	3.9 ⊙	0.4 △		15	.43
Besoin B	1.7 ○	0		20	.57
			Poids Cru Total		
Contributions	5.6	0.4		35	
Contributions Normalisées	0.93	0.07		6.0	
			Contributions Totales		

Figure 5-2. Calculatrice des contributions

L'impact de la réponse technique X au besoin A est "haut". Nous multiplions la valeur numérique pour la "haute" (9) par le poids cru normal pour le besoin A (43). Le résultat de 3,9 a été écrit au-dessus de la diagonale de la cellule. Cette valeur s'appelle le rapport de paramètre d'ingénierie X à la performance de satisfaction de client sur le besoin A. Après avoir calculant tous les rapports, nous ajoutons tous les rapports pour un paramètre d'ingénierie et mettons le résultat dans une ligne de totales au bas de la matrice. Ces totales s'appellent les contributions du paramètre d'ingénierie à la

satisfaction de client globale. Plus la contribution est grande, plus l'influence que le paramètre d'ingénierie a sur la performance de satisfaction de client, et donc plus il est pour le produit ou service de faire bien dans la mise en place de cela paramètre d'ingénierie plus important.

5.5.2. Relations Négative

Il se produit de temps en temps qu'un paramètre d'ingénierie s'avère pour avoir un impact négatif sur la performance de satisfaction de client pour un certain attribut. En d'autres termes, pendant que le paramètre d'ingénierie est conceptuellement tourné dans la direction de la qualité, la performance de satisfaction de client pour un certain attribut est jugée par l'équipe de développement pour descendre.

Ces impacts négatifs compliquent des calculs de QFD. Ils exigent également un certain soin de la part de l'équipe de développement quand l'analyse du QFD résulte. Voici une façon de manipuler des impacts négatifs [2]:

- Définissez les symboles spéciaux et les valeurs numériques correspondantes pour représenter des impacts négatifs. Multipliez l'impact approprié par le poids cru pour calculer le rapport. Avec les rapports positifs, certains des rapports résultants seront maintenant négatifs.
- Pour chacun des rapports sectionnent la colonne contenant des impacts négatifs, calculent deux sommes: la somme (avec le signe) algébrique des rapports, et la somme des valeurs absolues des rapports.
- Si la différence entre le total algébrique et le total de valeur absolue est petite, alors l'effet de l'impact négatif est petit et peut être négligé probablement.
- Si la différence entre le total algébrique et le total de valeur absolue est grande, alors l'effet de l'impact négatif ne peut pas être ignoré. L'équipe est confrontée avec une "occasion de découverte". C'est-à-dire, l'équipe est défiée de définir une ou plusieurs paramètre d'ingénierie qui fournissent des impacts positifs pour substituer seulement celui qui contient des impacts négatifs. Un moyen d'essayer de résoudre ce problème doit définir des paramètres d'ingénierie ce que chacun a un intervalle plus étroit d'impact.

5.5.3. Relations Beaucoup à Beaucoup

Comme point final, nous devrions noter le processus que nous utilisons dans QFD pour arriver finalement aux contributions du paramètre d'ingénierie. Nous commençons normalement par les besoins de client. De chaque besoin nous produisons d'un ou quelque paramètre d'ingénierie. Nous pourrions compter que quand nous déterminons les impacts, nous verrons l'impact élevé pour paramètres d'ingénierie qui ont été produits pour associer fortement au besoin duquel ils ont commencé, et à de bas impacts ailleurs - fondamentalement un rapport linéaire entre paramètres d'ingénierie et besoins de client, comme dans la figure 5-3 [2].

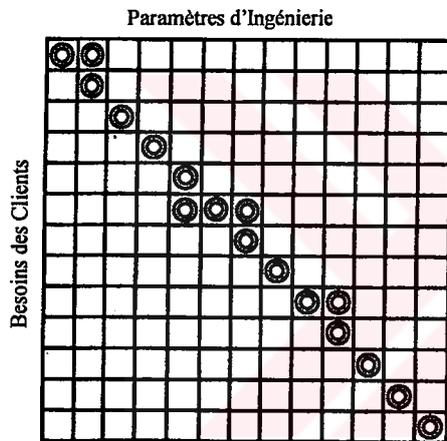


Figure 5-3. Relation linéaire

Dans la pratique, les paramètres d'ingénierie tendent à prendre une vie de leurs propres une fois qu'ils sont placés dans la matrice. Leur impact sur tous les besoins de client doit être évalué, et plusieurs des surprises du ressort de QFD de ces évaluations. Les paramètres d'ingénierie invariablement s'avèrent pour associer à beaucoup de besoins de client, parfois plus fortement aux besoins de client qui n'ont pas suggéré les paramètres d'ingénierie en premier lieu (voir la figure 5-4, [2]).

Des rapports forts et faibles inattendus sont soulevés. Paramètres d'ingénierie émergeant ainsi comme important en raison des rapports avec la satisfaction de client que personne n'avait précédemment comprise.

5.6. Corrélations Techniques et Corrélations entre Les Besoins des Clients

La section de corrélations technique de la maison de qualité et la section de corrélations entre les besoins des clients sont essentiellement tout de même. Donc, on va examiner un de ces corrélations en détail. On concentre sur corrélations techniques, plus souvent mentionnées comme l'"toit" de la maison de qualité. Elle trace des corrélations et des interdépendances entre les paramètres d'ingénierie. Cette section de la maison de qualité est probablement moins utilisée dans la pratique d'aujourd'hui de QFD. Cependant, pendant que ce chapitre indique, l'analyse du toit peut mener aux perspicacités importantes dans le procédé de développement.

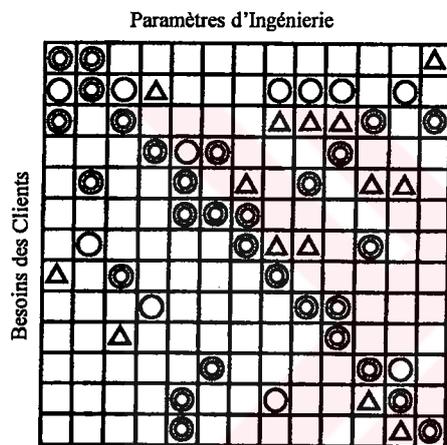


Figure 5-4. Relation beaucoup à beaucoup

La section de corrélations se compose de cette moitié d'une matrice qui se trouve au-dessus de la diagonale de la matrice. Les paramètres d'ingénierie sont rangés le long du dessus et du côté. La matrice est alors tournée 45 degrés, et puisque les paramètres d'ingénierie sont déjà disponibles le long du dessus du HOQ, ils doublent comme étiquettes pour les lignes et les colonnes du toit, faisant la ligne et la colonne étiquette inutile.

Le degré et la direction de l'influence peuvent avoir un impact sérieux sur l'effort de développement. Les indications de l'impact négatif d'un paramètre d'ingénierie sur des autres représentent des goulots d'étranglement dans la conception. Ils nécessitent la planification spéciale ou la découverte essaye.

Par exemple, pour le service, la réduction du nombre de minutes où un client parle à un associé de service peut avoir un impact négatif sur le nombre d'appels un client doit faire pour obtenir un problème a résolu.

Dans QFD nous identifions habituellement cinq degrés d'impact technique:

- Impact fort et positif,
- Impact modéré et positif,
- Aucun impact,
- Impact modéré et négatif,
- Impact fort et négatif.

Ces impacts ne portent aucune connotation directionnelle. Les praticiens d'un certain QFD croient que les corrélations techniques devraient être traitées comme bidirectionnelles dans l'impact. Puis, si l'un ou l'autre paramètres d'ingénierie change, l'autre changera selon le type de corrélations décrites entre elles.

Par exemple, pour l'automobile, la plus grande estimation de BTU d'un climatiseur pourrait soulever le poids d'automobile, mais le poids accru d'automobile n'affecte pas nécessairement l'estimation du BTU du conditionneur d'air. L'argument contraire est que le poids accru d'automobile affecte l'estimation du BTU du conditionneur d'air, parce que le climatiseur devra être plus puissant pour réaliser la même chose se refroidissant dans une voiture plus lourde par rapport à une voiture plus légère [2].

Si l'équipe de QFD souhaite enregistrer la direction de l'impact, ils peuvent être couplés à une flèche indiquant la direction. L'impact bidirectionnel peut être dénoté par une flèche de deux-dirigée.

Toutes les caractéristiques mentionnées ci-dessus s'appliquent aux corrélations entre les besoins des clients.

5.7. Références Techniques

Aucune organisation n'investirait dans le développement d'un produit ou d'un service sans savoir asseu sujet de la concurrence d'être sûre que leur conception est concurrentielle.

Une fois que les paramètres d'ingénierie ont été donnés la priorité, la prochaine étape est de placer des cibles pour elles. Les plus importants - ceux avec la valeur de contribution la plus élevée - exigent la plupart de soin. L'analyse de QFD indique que l'exécution du paramètre d'ingénierie le plus important influencera fortement la satisfaction de client, ainsi l'équipe de développement voudra placer des cibles pour ces paramètres d'ingénierie agressivement. La gestion ultérieure du procédé de développement sera alors orientée à assurer le succès en rencontrant ces cibles agressives.

Une question critique est: comment les cibles devraient-elles être placées? Comment agressif doivent-elles être? En grande partie, des équipes de développement peuvent être guidées en ce moment par la performance de la concurrence aussi bien que leur propre performance. Si l'équipe sait qu'à quel point elles et la concurrence performer actuellement sur le paramètre d'ingénierie le plus important, elles peuvent prendre des décisions stratégiques cruciales si apparier la performance de la concurrence, excèdent la performance de la concurrence ou même concèdent la supériorité technique à la concurrence. Mais avant de placer des cibles, l'équipe de développement ferait bien pour étudier leur concurrence par appliquer des références techniques.

Le processus de QFD fournit la base pour des références concurrentielles stratégique. Le rang le plus élevé paramètre d'ingénierie est celui qui détermine le succès du produit ou service; ainsi, ils sont ceux à examiner dans des offres concurrentielles.

En cours de les examiner, le langage des paramètres d'ingénierie et la définition de la direction de la qualité deviennent des indiquer importants du travail d'appliquer des références techniques concurrentielles.

Application des références techniques concurrentielles est le processus d'examiner le produit ou le service de la concurrence selon des normes indiquées, et de le comparer à son propre produit ou service, à l'objectif de décider comment améliorer son propre produit ou service. En termes de QFD, les normes sont définies comme les paramètres d'ingénierie le plus important, comme l'équipe les a définis plutôt dans le processus de QFD.

Le processus d'appliquer des références techniques fournit des données comparatives idéales de "pomme à pommes" entre la concurrence et le produit de l'équipe de développement ou le service.

5.8. Objectifs

Le réglage des objectifs est naturellement une question de plus grand intérêt aux développeur de produit et de service. Évidemment, le réglage des objectifs de paramètres d'ingénierie pilotera toute l'activité ultérieure de développement. Les équipes de développement placent des objectifs pour elles-mêmes si elles emploient QFD pour projeter leur projet. Sans processus tel que QFD, les objectifs tendent à être un mélange incongru des buts techniques, avec la liaison ou le rapport très petit parmi eux. Ni est le priorisation de ces objectifs basés sur une ligne du raisonnement que tous les autres peuvent suivre, conviennent encore moins avec.

Avec QFD, les objectifs ont un contexte: elles sont liées aux besoins de client, à la performance de la concurrence, et à la performance actuelle de l'organisation. Le rang des objectifs est basé sur l'analyse systématique faite dans la section de rapports. Ce processus est décelable, parce que toutes les décisions affectant le rang sont enregistrées dans la matrice de QFD.

5.8.1. Objectifs Numériques

Une approche à placer des objectifs est semblable au processus de fixer des objectifs de performance de satisfaction de client dans la matrice de planification. De même, les entrées primaires à la configuration de valeur à atteindre des paramètres d'ingénierie sont [2]

- Le rang des paramètres d'ingénierie (priorités),
- La performance technique de la concurrence (références concurrentielles),
- La performance technique du produit de l'équipe de développement (notre performance).

La ligne du raisonnement pour placer des objectifs est également semblable à cela utilisée en fixant des objectifs dans la matrice de planification. Commenant par le rang le plus élevé paramètres d'ingénierie, déterminez la force de la position de l'équipe de développement relative cela de la concurrence. Basé sur la connaissance de l'équipe de la difficulté de la performance bien sur les paramètres d'ingénierie, l'équipe peut décider si viser à faire mieux que la concurrence, d'apparier la concurrence ou de concéder la conduite technique à la concurrence. En règle générale, le but devrait être pour la performance technique qui excède le meilleur dans le monde pour ces paramètres d'ingénierie qui importent plus à la satisfaction de client globale.

5.8.2. Objectifs Non-Numériques

Le réglage des objectifs pour des paramètres d'ingénierie défini comme dispositifs ou processus est évidemment plus difficile que traitant des nombres. Un nombre est unidimensionnel, mais les dispositifs et les processus sont multidimensionnels et à facettes multiples.

Il y a deux voies utiles de penser aux cibles pour SQCs non-numérique [2]: le modèle de continuum et le modèle de sous-caractéristique.

Dans le modèle de continuum, nous pouvons imaginer le paramètre d'ingénierie pour être sur un continuum. Ce continuum pourrait avoir pendant que ses points finaux "éliminaient en bas de" et "deluxe". L'équipe de développement pourrait juger où sur le continuum leurs mensonges d'offre actuels, et où le meilleur au monde se trouve. Pour clarifier ces jugements à eux-mêmes et à d'autres, ils feraient bien pour faire leurs jugements subjectifs en tant qu'objectif que possible par la documentation:

- Les différences entre le "mieux en monde" et "deluxe",
- Les différences entre l'"offre actuelle" et "mieux en monde",

➤ Les différences entre l'"offre actuelle" et l'"objectif".

En utilisant le modèle de sous-caractéristiques, l'équipe de développement peut éclater chaque dispositif à viser dans ses sous-caractéristique composants. Chacun sous-caractéristiques a pu être évalué selon le modèle de continuum ou a pu être éclaté dans des sous-caractéristiques plus élémentaires. Des objectifs pourraient être placés par continuum, où "mieux dans des sous-caractéristique du monde" et l'"offre actuelle" alignez, et en identifiant des sous-caractéristiques à ajouter, où les dispositifs n'alignent pas. Il est alors plus facile justifier et expliquer les arguments pour placer des objectifs. La colonne des objectifs de continuum fournit un profil de l'objectif qui est au moins comparable en détail aux profils l'"offre actuelle" et "mieux des profils en monde".



6. Application – Processus Analytique de Réseau et Programmation de But de Booléenne

6.1. Introduction

Il y a eu de la recherche sur mesurer les issues de planification dans HOQ dans la décennie passée, se concentrant principalement sur les besoins de client. Khoo et Ho [10], Wang [11], Chan et al. [12] et Kim et alliés [13] utilisent la théorie des ensembles flous pour évaluer les besoins de client. D'autres chercheurs emploient le processus analytique de hiérarchie (AHP) pour déterminer le degré d'importance des besoins de client [14], [15], [16], [17].

Dans notre premier application, nous proposons une nouvelle approche pour déterminer les paramètres d'ingénierie qui seront considérés en concevant le produit en intégrant deux techniques de prise de décision, à savoir le processus analytique de réseau (ANP) et programmation de but de booléenne (ZOGP). L'ANP est une aide de décision pour incorporer les issues de la dépendance à l'analyse. Par conséquent, il permet-nous de tenir compte du degré de l'interdépendance entre les besoins de client et les paramètres d'ingénierie, et la dépendance intérieure parmi eux. Parmi de bien que l'ANP facilite la considération des dépendances les besoins de client et les paramètres d'ingénierie, il fait défaut à tenir compte des limitations de ressource et toute autre métrique exigée dans la détermination des paramètres d'ingénierie pour la conception de produits. Wasserman [18] développe un modèle de programmation linéaire pour maximiser la satisfaction de client avec une contrainte de budget. Vu la nature objective multiple du problème de conception et ayant calculé l'importance relative finale des paramètres d'ingénierie par l'intermédiaire de l'ANP, nous utilisons la considération plus élevée possible des ces paramètres d'ingénierie dans la phase de conception comme but à satisfaire avec d'autres buts tels que le budget de coût, l'extendibilité, et le manufacturabilité des paramètres d'ingénierie. Les priorités de ces buts sont déterminées par des comparaisons par paires. Le ZOGP est résolu pour

déterminer les paramètres d'ingénierie, qui sera pris en considération dans la phase de conception, d'une voie de réduire au minimum les déviations des buts prioritaires.

Le chapitre est organisé dans l'ordre suivant. La section 2 décrit les fondations de l'ANP et présente l'approche de super-matrice développée par Saaty [19], [20]. Dans la section 3, la méthodologie de décision pour déterminer les paramètres d'ingénierie à considérer dans la conception de produits est présentée. Dans la section 4, la conception d'un crayon est choisie comme exemple pour appliquer l'approche développée.

6.2. Le Processus Analytique de Réseau

Le processus analytique de réseau (ANP) généralise un outil largement répandu de prise de décision de critères multiples, le processus analytique de hiérarchie (AHP), en remplaçant des hiérarchies par des réseaux. L'AHP est une technique bien connue qui décompose un problème en plusieurs niveaux de telle manière qu'ils forment une hiérarchie [21]. Chaque élément dans la hiérarchie est censé être indépendant, et une échelle de taux relative de la mesure est dérivée par des comparaisons par paires des éléments à un niveau de la hiérarchie en ce qui concerne un élément du niveau précédent. Cependant, dans beaucoup de cas, il y a d'interdépendance parmi des critères et des solutions alternatives. L'ANP peut être utilisé comme outil pertinent dans ces cas où les interactions parmi les éléments de système forme une structure de réseau [20].

La figure 6-1 et la figure 6-2 illustrent la différence structurale entre la hiérarchie et le réseau. Les nœuds du réseau représentent des composants du système, et les arcs dénotent des interactions entre elles. Les boucles signifient la dépendance intérieure des éléments d'un cluster. Comme nous pouvons observer, une hiérarchie est un cas simple et spécial d'un réseau.

D'un point de vue général, l'ANP se compose de deux étapes: le premier est la construction du réseau, et le second est le calcul des priorités des éléments. Afin de construire la structure avec du problème, toutes les interactions parmi les éléments

devraient être considérées.

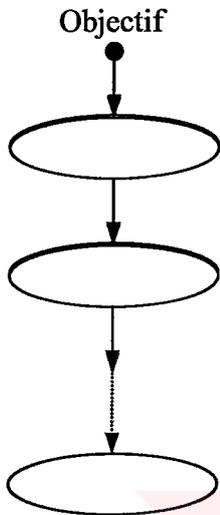


Figure 6-1. Une hiérarchie

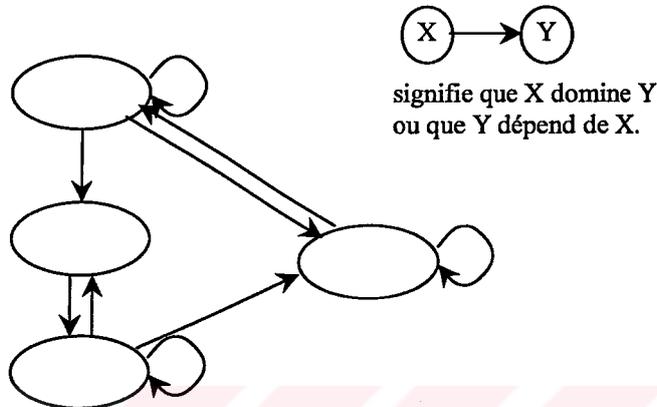


Figure 6-2. Un réseau non-linéaire

Quand les éléments d'un composant Y dépendent d'un autre composant X, nous représentons cette relation avec une flèche du composant X à Y. Toute ces relations sont évaluées par des comparaisons paires par et une super-matrice, qui est une matrice d'influence parmi les éléments, est obtenue par ces vecteurs prioritaires. Le super-matrice est augmenté à limiter des puissances de calculer les priorités globales, et alors l'influence cumulative de chaque élément sur chaque autre élément avec lequel elle agit l'un sur l'autre est obtenue [22]. Le super-matrice d'une hiérarchie avec trois niveaux est comme suit:

$$\mathbf{W} = \begin{matrix} \text{But(B)} \\ \text{Critères(C)} \\ \text{Alternatives(A)} \end{matrix} \begin{pmatrix} & \text{B} & \text{C} & \text{A} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{W}_{21} & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{W}_{32} & \mathbf{I} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \quad (6.1)$$

là où \mathbf{W}_{21} est un vecteur qui représente l'impact du but sur les critères, \mathbf{W}_{32} est une matrice qui représente l'impact des critères sur chacune des solutions alternatives, et \mathbf{I} est la matrice d'identité. Le super-matrice d'un système des clusters de N est dénoté comme ci-dessous:

$$\mathbf{W} = \begin{matrix} & & C_1 & C_2 & \dots & C_N \\ \begin{matrix} C_1 \\ \vdots \\ C_h \\ \vdots \\ C_N \end{matrix} & \begin{matrix} e_{11} \\ e_{1n_1} \\ \vdots \\ e_{h1} \\ \vdots \\ e_{hn_h} \\ \vdots \\ e_{N1} \\ \vdots \\ e_{Nn_N} \end{matrix} & \left(\begin{matrix} \mathbf{W}_{11} & \mathbf{W}_{12} & \dots & \mathbf{W}_{1N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{W}_{h1} & \mathbf{W}_{h2} & \dots & \mathbf{W}_{hN} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{W}_{N1} & \mathbf{W}_{N2} & \dots & \mathbf{W}_{NN} \end{matrix} \right) \end{matrix} \quad (6.2)$$

là où le C_h est la $h^{\text{ième}}$ cluster, qui a des éléments de n_k dénotés comme $e_{h1}, e_{h2}, \dots, e_{hn_h}$. Un vecteur prioritaire d'échelle de taux obtenu par des comparaisons par paires indique l'impact d'un élément de cluster sur les éléments d'un autre cluster. Ces vecteurs sont situés dans des positions appropriées. La $n_j^{\text{ième}}$ colonne de \mathbf{W}_{ij} , représentant l'impact $n_j^{\text{ième}}$ élément de $j^{\text{ième}}$ cluster sur les éléments de $i^{\text{ième}}$ cluster, est donnée ci-dessous:

$$\mathbf{W}_{ij} = \begin{bmatrix} w_{i1}^{(j_1)} & w_{i1}^{(j_2)} & \dots & w_{i1}^{(j_{n_j})} \\ w_{i2}^{(j_1)} & w_{i2}^{(j_2)} & \dots & w_{i2}^{(j_{n_j})} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{in_i}^{(j_1)} & w_{in_i}^{(j_2)} & \dots & w_{in_i}^{(j_{n_j})} \end{bmatrix} \quad (6.3)$$

là où $w_{in_i}^{(j_{n_j})}$ est l'impact $n_j^{\text{ième}}$ l'élément de $j^{\text{ième}}$ cluster sur $n_i^{\text{ième}}$ élément de $i^{\text{ième}}$ cluster. Cette super-matrice \mathbf{W} s'appelle 'super-matrice non-pesée'. Le poids du cluster i , $w_i^{(i)}$, a dérivé par des comparaisons par paires des clusters en ce qui concerne le cluster j , est multiplié avec la matrice correspondante \mathbf{W}_{ij} afin d'obtenir une matrice stochastique de colonne, autorisée 'super-matrice pesée'. Puisque \mathbf{W} est une matrice stochastique de colonne, ses priorités limité dépendent de la réductibilité, du primitivité, et de la cyclicité de cette matrice [20]. Par exemple, si la matrice est irréductible et primitive, la valeur limite est obtenue en soulevant \mathbf{W} aux puissances [20], [22].

Par le moment où un réseau se compose de seulement deux clusters indépendamment du but, à savoir critères et solutions alternatives, une autre approche de manipulation de matrice proposée par Saaty et Takizawa [19] pour traiter la dépendance des éléments d'un système peut être utilisée. Cette approche, qui sera décrite dans la section 4, est employée dans le présent pour incorporer les dépendances inhérentes au processus de QFD dans l'analyse.

6.3. La Méthodologie de Décision

Cette application propose un algorithme se composant de dix étapes pour déterminer les paramètres d'ingénierie à considérer dans la conception de produits. La figure 6-3 dénote la représentation par étapes de cet algorithme. L'algorithme peut être divisé en deux phases principales. Dans la première phase, nous construisons la maison de qualité en utilisant l'approche d'ANP, et dans la deuxième phase, nous intégrons les résultats d'ANP avec un modèle de ZOGP. Notre objectif est de combiner des priorités globales obtenues en utilisant la méthodologie d'ANP avec des limitations de ressource et l'autre métrique liée à de nombreuses études des paramètres d'ingénierie. Dans des zones diverses au sujet des modèles intégrés d'AHP et de ZOGP peut être notée dans la littérature, atteignant à la conclusion que les modèles combinés fournissent des solutions plus réalistes en évitant l'infaisabilité [23], [24].

La représentation de réseau du modèle de QFD est dépeinte sur la figure 6-4. C'est le cas de la dépendance intérieure dans des composants sans le feedback. Les critères correspondent aux besoins de client tandis que les solutions alternatives correspondent aux paramètres d'ingénierie, dont tous les deux sont interdépendants; cependant, il n'y a aucun feedback, c.-à-d. les besoins de client ne dépendent pas des paramètres d'ingénierie.

La première étape de l'algorithme est de l'identification les besoins client et les paramètres d'ingénierie. Puis, la détermination d'importance des besoins de client, qui correspond à la première étape du concept de manipulation de matrice de l'ANP, suit [19], [25].

-
- Étape 1. Identifiez les besoins de client et les paramètres d'ingénierie.
- Étape 2. Déterminez l'importance relative des besoins de client.
- Étape 3. Supposant qu'il n'y a aucune interdépendance parmi les paramètres d'ingénierie remplissez le corps de la maison en les comparant en ce qui concerne chaque besoin de client.
- Étape 4. Examinez l'impact de chaque besoin de client sur les autres besoins de client en utilisant des comparaisons par paires.
- Étape 5. Identifiez l'interdépendance parmi les paramètres d'ingénierie en ce qui concerne les besoins de client.
- Étape 6. Obtenez les priorités globales des paramètres d'ingénierie en utilisant l'approche de manipulation de matrice développée par Saaty et Takizawa (1986).
- Étape 7. Identifiez les mesures d'unité et les limites de la première métrique de type liée aux limitations de ressource.
- Étape 8. Identifiez la cadence de la préférence de la deuxième métrique de type pour des paramètres d'ingénierie par des comparaisons par paires.
- Étape 9. Calculez les poids des buts déterminés en utilisant des comparaisons par paires.
- Étape 10. Résolvez le modèle de ZOGP.
-

Figure 6-3. Représentation par étapes de l'algorithme pour déterminer les paramètres d'ingénierie à considérer en concevant un produit

Réalisant la meilleure conception

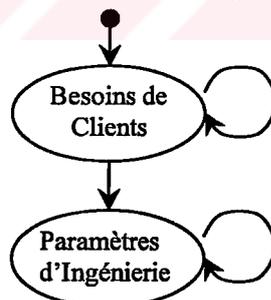


Figure 6-4. La présentation de réseau du modèle de QFD

Ensuite, nous remplissons corps de la maison par les poids obtenus en comparant les paramètres d'ingénierie en ce qui concerne chaque besoin de client. Étape 4 et étape 5 analysent l'interdépendance parmi les besoins de client et les paramètres d'ingénierie, respectivement. Les priorités globales des paramètres d'ingénierie sont obtenues en étape 6. Le procédé sera décrit en détail par un exemple d'illustration.

Afin de déterminer les paramètres d'ingénierie qui seront considérés dans la

conception de produits, nous construisons un modèle de ZOGP en utilisant les résultats de première phase d'extensibilité et des buts liés à l'autre métrique des paramètres d'ingénierie tel que le coût, et la manufacturabilité. L'ensemble de métrique contient deux types de caractéristiques: métrique qui ont un certain tri des limitations de ressource, par exemple coût et la métrique qui ont comme conséquence une cadence de préférence pour paramètres d'ingénierie tel que l'extensibilité et le manufacturabilité. Afin d'incorporer le deuxième type de métrique à la formulation, nous déterminons une estimation de préférence pour chaque paramètre d'ingénierie en utilisant des comparaisons par paires. Dans la fonction objective, nous pénalisons la déviation négative de cette métrique de 1. Le modèle de ZOGP est présenté comme ci-dessous:

$$\min P_1^{ANP} (d_1^-) + \sum_{i=2}^s P_i (d_i^- + d_i^+) + \sum_{i=s+1}^m P_i (d_i^-)$$

Sous les contraintes

$$\sum_{j=1}^n w_j^{ANP} x_j + d_1^- + d_1^+ = 1$$

$$\sum_{j=1}^n r_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = R_i, \quad i = 2, \dots, s \quad (6.4)$$

$$\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j + d_i^- + d_i^+ = 1, \quad i = s+1, \dots, m$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad j = 1, \dots, n$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad i = 1, \dots, m$$

là où P_i sont les priorités des buts ($i = 1, 2, \dots, m$), d_i^- et d_i^+ représentent les variables négatives et positives de déviation du $i^{\text{ième}}$ but ($i = 1, \dots, m$), x_j est la variable binaire de sélection représentant le $j^{\text{ième}}$ paramètre d'ingénierie ($j = 1, \dots, n$), w_j^{ANP} dénote la priorité du $j^{\text{ième}}$ paramètre d'ingénierie ($j = 1, \dots, n$) déterminé dans l'étape 6 de l'algorithme, r_{ij} indique la quantité de la $i^{\text{ième}}$ ressource de employée par le $j^{\text{ième}}$ paramètre d'ingénierie ($i = 2, \dots, s; j = 1, \dots, n$) déterminé dans l'étape 7, R_i représente la limitation de la ressource i , et le w_{ij} est la cadence de préférence du i métrique pour

le $j^{\text{ième}}$ paramètre d'ingénierie ($i = s + 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$), déterminé dans l'étape 8 de l'algorithme.

6.4. Exemple Numérique

Shillito [5] applique le processus de QFD pour la conception d'un instrument hypothétique d'écriture. Cette section présente un exemple d'illustration basé sur l'exemple de conception de crayon par Shillito. L'algorithme présenté dans la section précédente est appliqué pour déterminer les paramètres d'ingénierie à considérer en concevant un crayon. L'application est présentée en forme par étapes comme indiqué ci-dessous.

Étape 1. Comme mentionné dans la section 2, le procédé de planification des produits de QFD commence par la détermination des besoins de client. Les expressions rassemblées et organisées de client sont placées dans la partie gauche supérieure de la maison de qualité. Dans notre exemple, les besoins de client en concevant un crayon qui sont déterminés pendant que les plus importants selon une étude de marché sont: 'facile à se tenir', 'n'enduit pas', 'le point dure', 'ne roule pas', 'facile à effacer'. Après avoir convenu des besoins de client, les paramètres d'ingénierie qui sont susceptibles d'affecter ces besoins sont identifiés comme 'longueur', 'temps entre les affilages', 'poussière de la mine de graphite généré', 'portez l'angle à rouler', 'pages par crayon', 'cycles de pression à effacer', et 'poussière de correcteur généré'.

Étape 2. Dans cette étape, nous déterminons l'importance relative des besoins de client en posant la question suivante: 'Quel besoin de client devrait être souligné plus en concevant un crayon, et combien plus?' (Tableau 6-1).

Tableau 6-1. Comparaisons par paires des besoins des clients

	Facile à se tenir	N'enduit pas	Le point dure	Ne roule pas	Facile à effacer
Facile à se tenir	1	1/5	1/7	2	1/2
N'enduit pas	5	1	1/3	3	5
Le point dure	7	3	1	5	3
Ne roule pas	½	1/3	1/5	1	1/2
Facile à effacer	2	1/5	1/3	2	1

Supposant qu'il n'y a aucune interdépendance entre les besoins de client, le vecteur propre suivant pour les critères (les besoins de client) est obtenu en exécutant des comparaisons par paires en ce qui concerne le but de réaliser la meilleure conception.

$$w_1 = \begin{pmatrix} \text{Facile à se tenir} \\ \text{N'enduit pas} \\ \text{Le point dure} \\ \text{Ne roule pas} \\ \text{Facile à effacer} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.073 \\ 0.281 \\ 0.467 \\ 0.065 \\ 0.114 \end{pmatrix} \quad (6.5)$$

Étape 3. D'abord, nous déterminons les paramètres d'ingénierie qui sont susceptibles d'affecter un ou plusieurs des besoins de client. En supposant qu'il n'y a aucune interdépendance parmi les paramètres d'ingénierie, ils sont comparés en ce qui concerne chaque besoin de client. (Tableaux 6-2, 6-3 et 6-4). Par exemple, un des questions possibles dans cette étape peut être comme suit : 'En ce qui concerne le besoin de client 'n'enduit pas', quel PTR affecte concevoir un crayon, et combien plus', ayant pour résultat le degré d'importance relative des paramètres d'ingénierie pour 'n'enduit pas' (Tableau 6-2).

Tableau 6-2. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le besoin de client 'N'enduit pas'

N'enduit pas	Temps entre les affilages	Poussière de la mine de grap. généré	Pages par crayon	Cycles de pression à effacer
Temps entre les affilages	1	1/3	1/3	3
Poussière de la mine de grap. g.	3	1	2	6
Pages par crayon	3	1/2	1	7
Cycles de pression à effacer	1/3	1/6	1/7	1

Tableau 6-3. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le besoin de client 'Le point dure'

Le point dure	Longueur	Temps entre les affilages	Poussière de la mine de grap. généré	Pages par crayon
Longueur	1	1/7	1/3	1/7
Temps entre les affilages	7	1	3	2
Poussière de la mine de grap. généré	3	1/3	1	1/3
Pages par crayon	7	1/2	3	1

On utilise les résultats des tableaux 6-2, 6-3 et 6-4 rapportant les vecteurs propres de colonne concernant chaque besoin de client comme montré dans le tableau 6-5. La transposition des données montrées dans le tableau 6-5 sera placée dans le corps de la maison de qualité.

Tableau 6-4. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le besoin de client 'Facile à effacer'

Facile à effacer	Pages par crayon	Cycles de pression à effacer	Poussière de correcteur généré
Pages par crayon	1	1/9	1/9
Cycles de pression à effacer	9	1	2
Poussière de correcteur généré	9	1/2	1

Tableau 6-5. Les vecteurs propres de colonne en ce qui concerne chaque besoin de client

w_2	Facile à se tenir (FT)	N'enduit pas (NEP)	Le point dure (PD)	Ne roule pas (NRP)	Facile à effacer (FE)
Longueur (L)	1.000	0.000	0.053	0.000	0.000
Temps entre les affilages (TEA)	0.000	0.143	0.472	0.000	0.000
Poussière de la mine de grap. g. (PMGG)	0.000	0.462	0.141	0.000	0.000
Portez l'angle à rouler (PAR)	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
Pages par crayon (PPC)	0.000	0.339	0.334	0.000	0.051
Cycles de pression à effacer (CPE)	0.000	0.056	0.000	0.000	0.582
Poussière de correcteur généré (PCG)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.367

Étape 4. Cette étape détermine l'interdépendance parmi les besoins de client. Nous examinons l'impact de chaque besoin de client sur d'autres besoins de client en utilisant des comparaisons par paires (Tableaux 6-6, 6-7, 6-8 et 6-9). Une question possible est comme suit: 'En concevant un crayon, donné le besoin de client, 'facile à se tenir', quel besoin de client contribue 'facile à se tenir' plus, et combien plus?' (Tableau 6-6). La figure 6-5 montre ces dépendances, où des zéros sont assignés aux poids de vecteur propre des paramètres d'ingénierie qui sont indépendants. Les résultats sont présentés dans le tableau 6-10.

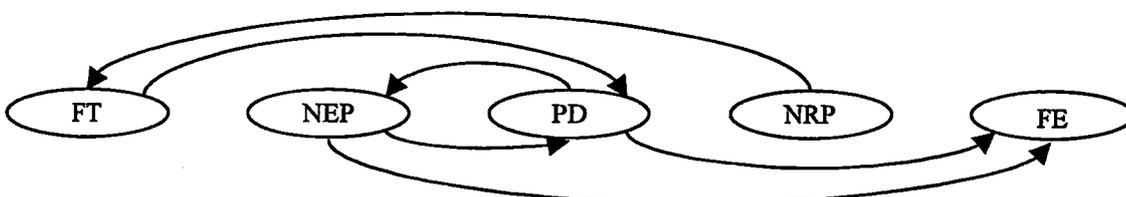


Figure 6-5. L'interdépendance parmi les besoins clients

Tableau 6-6. Comparaisons par paires des besoins des clients avec le besoin de client 'Facile à se tenir'

Facile à se tenir	Facile à se tenir	Ne roule pas
Facile à se tenir	1	3
Ne roule pas	1/3	1

Tableau 6-7. Comparaisons par paires des besoins des clients avec le besoin de client 'N'enduit pas'

N'enduit pas	N'enduit pas	Le point dure
N'enduit pas	1	3
Le point dure	1/3	1

Tableau 6-8. Comparaisons par paires des besoins des clients avec le besoin de client 'Le point dure'

Le point dure	Facile à se tenir	N'enduit pas	Point Lasts
Facile à se tenir	1	1/3	1/5
N'enduit pas	3	1	1/2
Le point dure	5	2	1

Tableau 6-9. Comparaisons par paires des besoins des clients avec le besoin de client 'Le point dure'

Facile à effacer	N'enduit pas	Le point dure	Facile à effacer
N'enduit pas	1	1/2	1/3
Le point dure	2	1	1/2
Facile à effacer	3	2	1

Tableau 6-10. La matrice intérieure de la dépendance des besoins de client

w_3	Facile à se tenir	N'enduit pas	Le point dure	Ne roule pas	Facile à effacer
Facile à se tenir	0.750	0.000	0.109	0.000	0.000
N'enduit pas	0.000	0.750	0.309	0.000	0.163
Le point dure	0.000	0.250	0.582	0.000	0.297
Ne roule pas	0.250	0.000	0.000	1.000	0.000
Facile à effacer	0.000	0.000	0.000	0.000	0.540

Étape 5. Ici, nous traitons l'interdépendance parmi les paramètres d'ingénierie en ce qui concerne les besoins de client. Comme dans l'étape 4, les interdépendances sont déterminées et des comparaisons par paires exigées sont exécutées (Tableaux 6-11,

6-12, 6-13, 6-14, 6-15, 6-16). Nous utilisons des questions telles que 'En ce qui concerne la satisfaction des besoins de client avec du 'longueur', quel paramètre d'ingénierie contribue plus à 'longueur' de répondre aux besoins de client et combien plus ?' (Tableau 6-11). Les interdépendances sont dépeintes sur la figure 6-6 et les résultats des comparaisons sont présentés par paires dans le tableau 6-17.

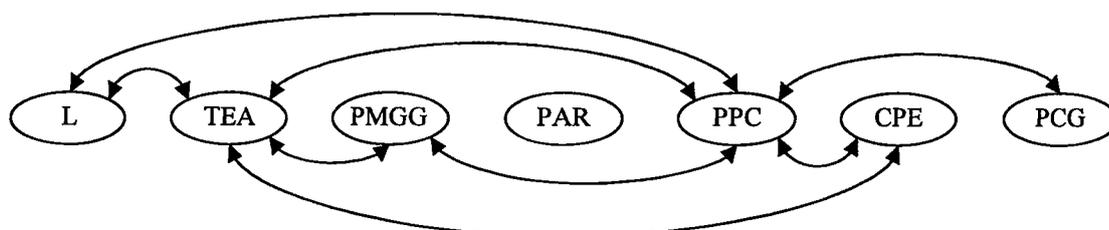


Figure 6-6. La dépendance intérieure parmi les paramètres d'ingénierie

Tableau 6-11. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Longueur'

Longueur	Longueur	Temps entre les affilages	Pages par crayon
Longueur	1	5	3
Temps entre les affilages	1/5	1	1/2
Pages par crayon	1/3	2	1

Tableau 6-12. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Temps entre les affilages'

Temps entre les affilages	Longueur	Temps entre les affilages	Poussière de la mine de grap. g.	Pages par crayon	Cycles de p. à effacer
Longueur	1	1/9	1/3	1/3	1/2
Temps entre les affilages	9	1	3	3	9
Poussière de la mine de grap. g.	3	1/3	1	2	3
Pages par crayon	3	1/3	1/2	1	2
Cycles de pression à effacer	2	1/9	1/3	1/2	1

Tableau 6-13. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Poussière de la mine de plomb généré'

Poussière de la mine de graphite généré	Temps entre les affilages	Poussière de la mine de plomb g.	Pages par crayon
Temps entre les affilages	1	1/7	1/3
Poussière de la mine de plomb généré	7	1	5
Pages par crayon	3	1/5	1

Tableau 6-14. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Pages par crayon'

Pages par crayon	Longueur	Temps entre les affilages	Poussière de la mine de grap. g.	Pages par crayon	Cycles de pression à effacer	Poussière de correcteur généré
Longueur	1	3	5	1/3	5	5
Temps entre les affilages	1/3	1	1/2	1/7	5	5
Poussière de la mine de grap. g.	1/5	2	1	1/5	3	3
Pages par crayon	3	7	5	1	9	9
Cycles de pression à effacer	1/5	1/5	1/3	1/9	1	1
Poussière de correcteur généré	1/5	1/5	1/3	1/9	1	1

Tableau 6-15. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Cycles de pression à effacer'

Cycles de pression à effacer	Temps entre les affilages	Pages par crayon	Cycles de pression à effacer
Temps entre les affilages	1	1/2	1/7
Pages par crayon	2	1	1/7
Cycles de pression à effacer	7	7	1

Tableau 6-16. Comparaisons par paires des paramètres d'ingénierie avec le paramètre d'ingénierie 'Poussière de correcteur généré'

Poussière de correcteur généré	Pages par crayon	Poussière de correcteur généré
Pages par crayon	1	1/7
Poussière de correcteur généré	7	1

Tableau 6-17. La matrice intérieure de la dépendance des paramètres d'ingénierie

w_4	L	TEA	PMPG	PAR	PPC	CPE	PCG
Longueur (L)	0.648	0.051	0.000	0.000	0.241	0.000	0.000
Temps entre les affilages (TEA)	0.122	0.530	0.081	0.000	0.099	0.088	0.000
Poussière de la mine de grap. g. (PMGG)	0.000	0.203	0.731	0.000	0.102	0.000	0.000
Portez l'angle à rouler (PAR)	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
Pages par crayon (PPC)	0.230	0.142	0.188	0.000	0.486	0.139	0.125
Cycles de pression à effacer (CPE)	0.000	0.074	0.000	0.000	0.036	0.773	0.000
Poussière de correcteur généré (PCG)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.000	0.875

Étape 6. En cette étape, nous obtenons des priorités globales des paramètres d'ingénierie. D'abord, nous obtenons les priorités d'interdépendance des besoins de client en multipliant les poids obtenus en les deuxièmes et quatrièmes étapes.

$$w_C = w_3 \times w_1 = \begin{pmatrix} 0.106 \\ 0.374 \\ 0.376 \\ 0.083 \\ 0.061 \end{pmatrix} \quad (6.6)$$

Puis, les priorités des paramètres d'ingénierie, w_A , est calculées comme suit:

$$w_A = w_4 \times w_2 = \begin{pmatrix} 0.648 & 0.089 & 0.139 & 0.000 & 0.012 \\ 0.122 & 0.152 & 0.301 & 0.000 & 0.056 \\ 0.000 & 0.401 & 0.233 & 0.000 & 0.005 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 1.000 & 0.000 \\ 0.230 & 0.280 & 0.268 & 0.000 & 0.152 \\ 0.000 & 0.066 & 0.047 & 0.000 & 0.452 \\ 0.000 & 0.012 & 0.012 & 0.000 & 0.323 \end{pmatrix} \quad (6.7)$$

Les priorités globales des paramètres d'ingénierie. (w^{ANP}) sont obtenues en multipliant w_A et w_C .

$$w^{ANP} = \begin{pmatrix} \text{Longueur} \\ \text{Temps entre les affilages} \\ \text{Poussière de la mine de plomb généré} \\ \text{Portez l'angle à rouler} \\ \text{Pages par crayon} \\ \text{Cycles de pression à effacer} \\ \text{Poussière de correcteur généré} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.155 \\ 0.186 \\ 0.238 \\ 0.083 \\ 0.239 \\ 0.070 \\ 0.029 \end{pmatrix} \quad (6.8)$$

Les résultats d'analyse d'ANP indiquent que la caractéristique de conception la plus importante est 'pages par crayon', qui est légèrement plus important que 'poussière de fil de sortie produite'. 'Temps entre les affilages' avec un poids de 0,186, et 'longueur' avec un poids de 0,155 suivent les paramètres d'ingénierie le plus important. 'Poussière de correcteur généré' est la caractéristique de conception la moins importante selon l'analyse d'ANP.

Étape 7. Ici nous déterminons le coût d'unité des paramètres d'ingénierie, et fixons la limite de budget par crayon en tant que 7¢. Le tableau 6-18 présente le coût d'unité des paramètres d'ingénierie.

Tableau 6-18. Le coût d'unité de paramètres d'ingénierie

Coût	¢
Longueur	0.6
Temps entre les affilages	1.4
Poussière de la mine de grap. généré	2.0
Portez l'angle à rouler	0.5
Pages par crayon	2.4
Cycles de pression à effacer	1.7
Poussière de correcteur généré	0.6

Étape 8. Extensibilité et manufacturabilité sont choisis comme autre métrique être considérés en déterminant les paramètres d'ingénierie pour concevoir un crayon. Afin d'incorporer l'extensibilité y et le manufacturabilité au modèle de programmation de but, les paramètres d'ingénierie devrait être évalué en ce qui concerne chaque métrique en utilisant des comparaisons par paires. Le vecteur de poids de l'extensibilité (w^E) et le vecteur de poids du manufacturabilité (w^M) calculé utilisant des comparaisons par paires sont donnés ci-dessous.

$$w^E = \begin{pmatrix} \text{Longueur} \\ \text{Temps entre les affilages} \\ \text{Poussière de la mine de graphite généré} \\ \text{Portez l'angle à rouler} \\ \text{Pages par crayon} \\ \text{Cycles de pression à effacer} \\ \text{Poussière de correcteur généré} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.026 \\ 0.199 \\ 0.185 \\ 0.041 \\ 0.238 \\ 0.108 \\ 0.203 \end{pmatrix} \quad (6.9)$$

La 'maison de qualité' obtenu en utilisant toutes les données des étapes précédentes est dépeint sur la figure 6-7.

$$w^M = \begin{pmatrix} \text{Longueur} \\ \text{Temps entre les affilages} \\ \text{Poussière de la mine de graphite généré} \\ \text{Portez l'angle à rouler} \\ \text{Pages par crayon} \\ \text{Cycles de pression à effacer} \\ \text{Poussière de correcteur généré} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.069 \\ 0.185 \\ 0.204 \\ 0.027 \\ 0.194 \\ 0.176 \\ 0.145 \end{pmatrix} \quad (6.10)$$

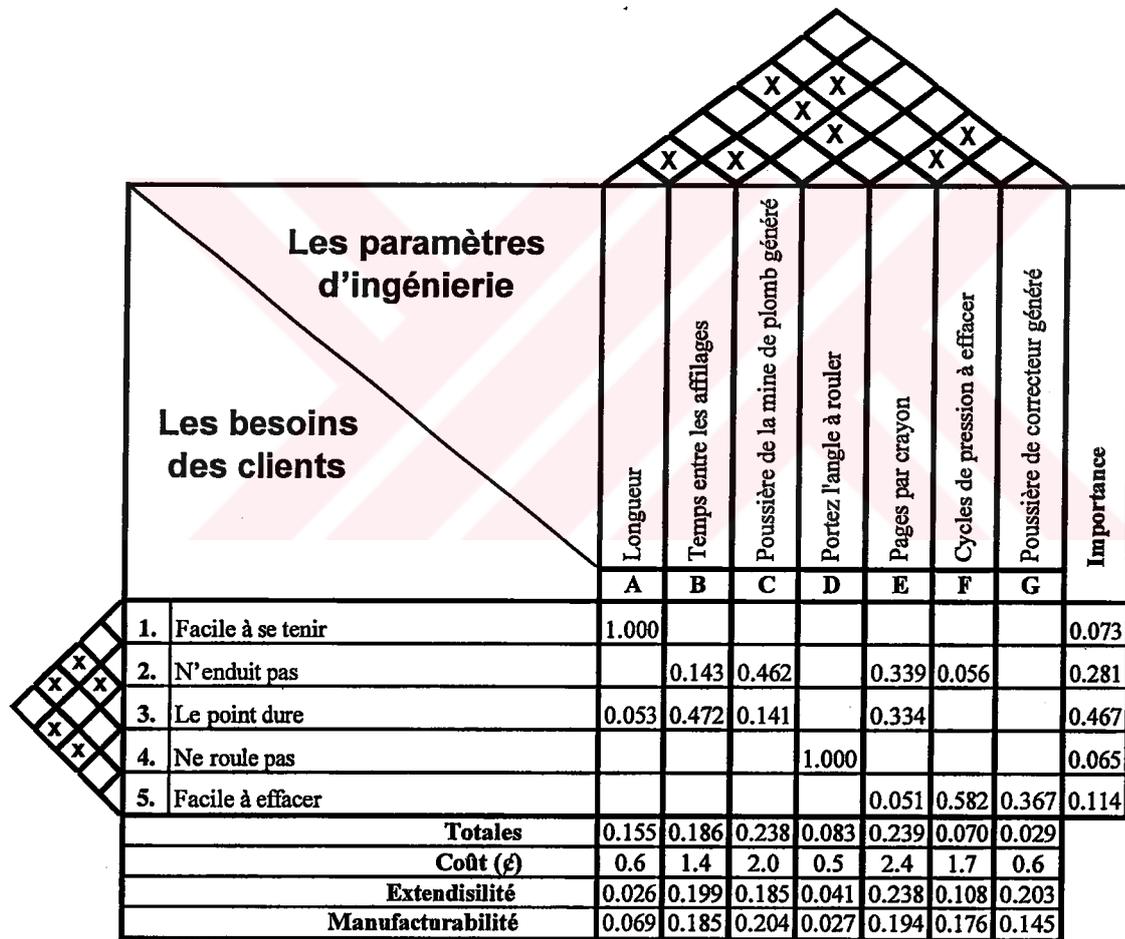


Figure 6-7. Maison de qualité pour la conception d'un crayon

Étape 9. Dans ici, nous déterminons les poids de la métrique mentionnée ci-dessus en utilisant des comparaisons par paires. Le vecteur résultant de poids est donné ci-dessous.

$$P = \begin{pmatrix} \text{ANP} \\ \text{Coût} \\ \text{Extensibilité} \\ \text{Manufacturabilité} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.522 \\ 0.239 \\ 0.153 \\ 0.086 \end{pmatrix} \quad (6.11)$$

Étape 10. Nous construisons le modèle de ZOGP en utilisant les données obtenues à partir des étapes 6 à 9 comme suit:

$$\begin{aligned} & \min 0.522d_1^- + 0.239d_2^+ + 0.153d_3^- + 0.086d_4^- \\ & \text{sous les contraintes} \\ & 0.155x_1 + 0.186x_2 + 0.238x_3 + 0.083x_4 + 0.239x_5 + 0.070x_6 + 0.029x_7 + d_1^- - d_1^+ = 1 \\ & 0.600x_1 + 1.400x_2 + 2.000x_3 + 0.500x_4 + 2.400x_5 + 1.700x_6 + 0.600x_7 + d_2^- - d_2^+ = 7 \\ & 0.026x_1 + 0.199x_2 + 0.185x_3 + 0.041x_4 + 0.238x_5 + 0.108x_6 + 0.203x_7 + d_3^- - d_3^+ = 1 \\ & 0.069x_1 + 0.185x_2 + 0.204x_3 + 0.027x_4 + 0.194x_5 + 0.176x_6 + 0.145x_7 + d_4^- - d_4^+ = 1 \\ & x_j \in \{0,1\}, j = 1, 2, \dots, 7 \\ & d_i^-, d_i^+ \geq 0, i = 1, 2, 3, 4 \end{aligned} \quad (6.12)$$

Le modèle donné ci-dessus est résolu en utilisant le logiciel de LINDO donnant les résultats montrés dans le tableau 6-19.

Tableau 6-19. La Solution de ZOGP

Les spécifications du produit	Décision modèle de sélection de zogp
Longueur	$x_1 = 1$
Temps entre les affilages	$x_2 = 1$
Poussière de la mine de grap. généré	$x_3 = 1$
Portez l'angle à rouler	$x_4 = 0$
Pages par crayon	$x_5 = 1$
Cycles de pression à effacer	$x_6 = 0$
Poussière de correcteur généré	$x_7 = 1$

Comme tableau 6-19 montre, le modèle de ZOGP choisit 'longueur', 'temps entre les affilages', 'poussière de la mine de plomb généré', 'pages par crayon', et 'poussière de correcteur généré' comme paramètres d'ingénierie à considérer en concevant un crayon. Nous pouvons seulement tenir compte de cinq paramètres d'ingénierie dans la phase de conception tout en négligeant 'portez l'angle à rouler', et 'cycles de pression à effacer' en raison des limitations de budget.

Le tableau 6-20 présente une analyse comparative de la solution de ZOGP qui est obtenue en employant l'approche conjuguée de ANP&ZOGP proposée dans cette application et la seule solution d'ANP. Comme observé dans le tableau 6-20, tout le coût élaboré par crayon est utilisé par les cinq paramètres d'ingénierie qu'ont sélectionné à l'aide de modèle de ZOGP considérant que la solution de ZOGP fait défaut à rencontrer les buts d'extensibilité et de manufacturabilité par 0,149 et 0,203, respectivement.

Quand l'ANP est utilisé par lui-même, on devrait considérer les paramètres d'ingénierie comme un rang tombant de leurs poids d'ANP. Cependant, si une solution optimale est requise sous les ressources rares, l'approche d'ANP seul (la seule solution d'ANP) ne garantit pas la faisabilité de ressource. Par conséquent pour de conception de crayon hypothétique présente dans cette application, nous pouvons considérer 'pages par crayon', 'poussière de correcteur généré', 'temps entre les affilages', 'longueur' et 'portez l'angle à rouler', à savoir les cinq paramètres d'ingénierie avec les poids d'ANP les plus élevés, pour la phase de conception sous la limitation de budget. La solution d'ANP seulement rapporte des 0,1 ϕ par ressource inutilisée de budget de crayon, et les buts d'extensibilité et de manufacturabilité montrent 0,311 et 0,321 déviations, respectivement. Nous pouvons observer que les résultats de solution d'ANP seulement dans des déviations plus élevées comparées à l'approche combinée d'ANP et de ZOGP pour tous les buts ont associé à la limitation de ressource et à toute autre métrique de conception considérée dans l'exemple d'illustration.

Tableau 6-20. Comparaison de la solution modèle combinée d'ANP et de ZOGP et de la solution d'ANP seulement

	Buts visés	Déviations de Modèle ZOGP(d_i^-, d_i^+)	Déviations d'ANP Seulement
Budget De Coût (ϕ)	7	0.000	-0.100
Extensibilité	1	-0.149	-0.311
Manufacturabilité	1	-0.203	-0.321

6.5. Conclusion

En cette application, nous présentons un procédé systématique de décision à utiliser dans la planification des produits de QFD, qui a été traditionnellement basée sur les

avis experts. Les objectifs d'approche de décision pour considérer l'interdépendance parmi les besoins de client et les paramètres d'ingénierie avec des limitations de ressource, et pour concevoir la métrique telle que l'extensibilité et le manufacturabilité.

Cette application utilise une approche intégrée d'ANP et de ZOGP pour incorporer les besoins de client et les paramètres d'ingénierie systématiquement à la phase de conception de produits dans QFD. Les interdépendances inhérentes au processus de QFD sont prises en considération en utilisant l'approche d'ANP. Considérant les limitations de ressource et la nature objective multiple du problème, un modèle de ZOGP est construit pour déterminer les paramètres d'ingénierie qui seront pris en considération dans la phase de conception de produits. L'utilisation des poids d'ANP, des limitations de ressource, et d'autre métrique de conception telle que l'extensibilité et le manufacturabilité dans le modèle de ZOGP fournit les solutions faisables et plus conformées.

L'application du procédé de décision est démontrée par l'intermédiaire d'un exemple d'illustration. L'approche de décision présentée en cette application peut être facilement étendue pour des applications réelles dans QFD en considérant des limitations supplémentaires de ressource et concevoir les métriques nécessaires.

7. Application – Régression des Ensembles Flous

7.1. Introduction

Le concept de base de QFD est la traduction des besoins du client en paramètres de conception de produits ou d'ingénierie, et ultérieurement en caractéristiques de pièces, plans de processus, et conditions de production associées à sa fabrication.

Basé sur l'information contenue dans une maison de qualité, des "niveaux de cible" pour les paramètres d'ingénierie du nouveau (ou révisé) produit sont déterminés. Le processus de placer les niveaux de cible dans la pratique actuelle est accompli d'une façon subjective, par exemple, par le consensus d'équipe. Étant donné qu'une maison de qualité peut contenir beaucoup de caractéristiques de performance et paramètres d'ingénierie, il est difficile d'obtenir une conception concurrentielle faisable en utilisant un tel processus. À savoir, beaucoup de différences peuvent être faites parmi les caractéristiques de performance, aussi bien que parmi beaucoup de rapports implicites ou explicites reliant les niveaux paramètres d'ingénierie et les niveaux des paramètres d'ingénierie avec les caractéristiques de performance. D'ailleurs, de tels rapports sont en généraux vagues et imprécis dans la pratique. L'imprécision résulte principalement du fait que les caractéristiques de performance qui tendent à être le besoin subjectif, qualitatif, et non technique d'être traduit en paramètres d'ingénierie qui devraient être exprimées en termes plus quantitatifs et plus techniques [26]. De plus, les données disponibles pour la conception de produits sont souvent limitées, imprécises, ou vagues au mieux (en particulier en développant un produit entièrement nouveau).

Nonobstant la croissance rapide de la littérature de QFD (voir, par exemple, [10] et [27]) pour des développements récents dans les systèmes interactifs d'aide à la décision des ensembles flous de modéliser et de grouper pour placer les niveaux de paramètres d'ingénierie de cible n'a été à peine adressée. Les seules approches prescriptives à

QFD jusqu'ici sont trouvées en Wasserman [18] et Thurston et Locascio [28]. Wasserman [18] a formulé le procédé de planification de QFD comme un modèle de programmation linéaire pour choisir le mélange des caractéristiques de conception, qui auraient comme conséquence le niveau le plus élevé de la satisfaction de client. Le modèle se concentre sur donner la priorité à la répartition des ressources parmi des paramètres de d'ingénierie, plutôt que de déterminer la cible machinant les niveaux caractéristiques. Thurston et Locascio [28] ont interprété la maison de qualité comme formulation générale d'un problème d'optimisation de conception d'attribut multiple. On l'a implicitement supposé que les rapports fonctionnels entre les caractéristiques de performance et les paramètres d'ingénierie toujours puissent être identifiés en utilisant la connaissance d'ingénierie. Il serait difficile de justifier cette prétention dans une situation générale. D'ailleurs, les corrélations parmi les paramètres d'ingénierie n'ont pas été correctement considérées dans le modèle.

7.2. La Méthodologie de Décision

7.2.1. Définition de Problème

Le processus de déterminer des valeurs à atteindre pour les paramètres d'ingénierie dans QFD peut être formulé comme un problème d'optimisation. Soient

y_i = perception de client du degré d'accomplissement de caractéristique de performance i , ($i = 1, \dots, m$);

x_j = valeur à atteindre des paramètres d'ingénierie j , ($j = 1, \dots, n$);

f_i = rapport fonctionnel entre la caractéristique de performance i et les paramètres d'ingénierie;

$y_i = f_i(x_1, \dots, x_n)$, $i = 1, \dots, m$;

g_j = rapport fonctionnel entre le paramètre d'ingénierie j et d'autres paramètres d'ingénierie;

$x_j = g_j(x_1, \dots, x_{j-1}, x_{j+1}, \dots, x_n)$, $j = 1, \dots, n$.

Un modèle objectif multiple d'optimisation peut être formulé comme suit: Trouvez les valeurs des paramètres d'ingénierie à atteindre qui maximisent la satisfaction globale de client pour

$$\max (y_1, \dots, y_m) \quad (7.1)$$

sous les contraintes,

$$y_i = f_i(X), \quad i = 1, \dots, m$$

$$x_j = g_j(X^j), \quad j = 1, \dots, n$$

où

$$X = (x_1, \dots, x_n)^T \text{ et}$$

$$X^j = (x_1, \dots, x_{j-1}, x_{j+1}, \dots, x_n)^T$$

Des contraintes supplémentaires peuvent être ajoutées à la formulation ci-dessus comme appropriées.

7.2.2. Evaluation de Paramètre Fonctionnels des Rapports

Une maison de qualité fournit des informations sur les rapports de base entre les caractéristiques de performance et les paramètres d'ingénierie, et parmi les paramètres d'ingénierie avec l'ensemble de données de l'étalonnage.

Nous employons une telle information pour estimer les paramètres des rapports fonctionnels f_i et g_j dans les équations (7.1). Il est nécessaire d'incorporer des informations qualitatives et quantitatives sur des interactions parmi des caractéristiques de performance et des paramètres d'ingénierie à l'évaluation de rapport. En raison de ceci, la régression des ensembles flous est utilisée pour le but d'évaluation dans cette application [29].

La régression des ensembles flous vise à modeler des phénomènes vagues et imprécis en utilisant des paramètres des ensembles flous. On l'a noté que la régression des ensembles flous peut être plus pertinente que la régression statistique quand les prétentions de la régression statistique sont violées ou ne peut pas être correctement utilisée, comme par exemple, quand les jugements humains sont impliqués, des

processus ambigus doivent être expliqués ou ses sorties doivent être prévues [29], [30], [31].

Le manque de précision dans QFD rend la régression des ensembles flous plus attrayante que les outils statistiques classiques. Les échelles qualitatives souvent mesuraient les niveaux de caractéristique de performance, l'imprécision de l'association entre les caractéristiques de performance et les paramètres d'ingénierie sont des sources principales de manque de précision. D'ailleurs, la validité descriptive (c.-à-d., développant un rapport parmi des variables) de la régression des ensembles flous s'améliore au-dessus de la régression statistique pendant que la taille d'ensemble des données diminue, qui est souvent le cas dans des applications de QFD [32]. Ainsi, la régression d'ensembles flous peut être plus appropriée et peut rapporter des évaluations plus fiables de paramètre de système pour QFD.

Considérez une fonction linéaire des ensembles flous où Y est la variable dépendante et X est un vecteur des variables indépendantes.

$$Y = \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n = \alpha X \quad (7.2)$$

$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ sont des paramètres des ensembles flous, et peuvent être dénotés sous la forme de vecteur comme $\alpha = \{(\alpha_{m1}, \alpha_{m2}, \dots, \alpha_{mn}), (\alpha_{s1}, \alpha_{s2}, \dots, \alpha_{sn})\}$. Ici, α_{mj} est la valeur centrale de α_j et α_{sj} est la largeur (ou diffusion) de α_j autour de α_{mj} . Une fonction symétrique linéaire d'appartenance est utilisée pour des paramètres des ensembles flous dans cette discussion pour la simplicité. La valeur centrale décrit la valeur la plus possible de α_j , alors que la diffusion représente la précision de α_j . La diffusion définit essentiellement le support de α_j , un ensemble de toutes les valeurs qui ont une catégorie de non-zéro d'appartenance dans α_j .

Le problème dans le modèle des ensembles flous de régression est de déterminer des évaluations de paramètre des ensembles flous tels que la valeur d'appartenance de y_k (la $k^{\text{ième}}$ valeur observée de la variable dépendante) à son évaluation des ensembles flous $\hat{y}_k = AX_k$ est au moins H .

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n) = \{(a_{m1}, a_{m2}, \dots, a_{mn}), (a_{s1}, a_{s2}, \dots, a_{sn})\} \quad (7.3)$$

La valeur de H , appelée le degré d'ajustement du modèle linéaire des ensembles flous estimés, est une valeur entre 0 et 1 et subjectivement choisie par un décideur. Une traduction physique de H est que y_k est contenu dans l'intervalle de support de \hat{y}_k qui a un degré d'appartenance au moins de H , pour tout le k [29]. Cette condition peut être représentée comme paire de contraintes d'inégalité pour chaque ensemble d'observations k , comme suit:

$$a_{m0} + \sum_{j=1}^n a_{mj} x_{jk} + |1 - H| \left[a_{s0} + \sum_{j=1}^n a_{sj} |x_{jk}| \right] \geq y_k \quad (7.4)$$

$$-a_{m0} - \sum_{j=1}^n a_{mj} x_{jk} + |1 - H| \left[a_{s0} + \sum_{j=1}^n a_{sj} |x_{jk}| \right] \geq -y_k \quad (7.5)$$

là où x_{jk} est la valeur de la $j^{\text{ième}}$ variable indépendante dans l'observation k .

Notre but est de réduire au minimum le manque de précision en valeur prévue pour la variable dépendante. Ceci peut être réalisé en réduisant au minimum la somme des diffusions de toutes les évaluations des ensembles flous ($a_{s1} + a_{s2} + \dots + a_{sn}$) sous la restriction des équations (7.4) et (7.5). Cette formulation représente un programme linéaire conventionnel.

7.2.3. Formulation du Modèle

Beaucoup des tâches de conception ont lieu dans la pratique dans un environnement dans lequel les composants modèles ne sont pas connus avec précision. Une façon commune à traiter une telle imprécision est quantitativement par l'intermédiaire du concept des positionnements des ensembles flous. Le manque de précision peut être exprimé dans différentes voies dans le modèle général donné dans les équations (7.1):
 (i) Les paramètres de système des rapports fonctionnels sont des ensembles flous. (ii) Les clients ne veulent pas maximiser leur revenus, mais agissent plutôt en tant qu'ils

sont satisfaits parce que les fonctions objectifs sont des ensembles flous et ne pas connus avec précision et (iii) les contraintes ne sont pas durs, de sorte que de la flexibilité puisse être fournie sur les rapports d'égalité.

Un modèle des ensembles flous peut posséder n'importe quelle combinaison des trois types ci-dessus de manque de précision.

7.2.3.1. Paramètres du Système

La régression des ensembles flous donne lieu à la distribution de possibilité qui explique la compréhension vague des phénomènes observés, qui est manifestée en rapportant des paramètres des ensembles flous du modèle. Nous obtenons en raison de la régression des ensembles flous,

$$\tilde{y}_i = \tilde{f}_i(x_1, \dots, x_n), \quad i = 1, \dots, m \quad (7.6)$$

$$\tilde{x}_j = \tilde{g}_j(x_1, \dots, x_{j-1}, x_{j+1}, \dots, x_n), \quad j = 1, \dots, n \quad (7.7)$$

Le tilde au-dessus d'un symbole indique que l'expression ou la variable est des ensembles flous.

Afin de résoudre ce problème, nous pouvons convertir une équation des ensembles flous en système équivalent de trois équations crisp par l'utilisation de la valeur moyenne et de la diffusion d'un paramètre des ensembles flous [33]. Les équations crisp (7.4) et (7.5) peuvent être construites comme:

$$y_i = f_i(x_1, \dots, x_n), \quad i = 1, \dots, m \quad (7.8)$$

$$y_i^L \leq f_i^L(x_1, \dots, x_n), \quad i = 1, \dots, m \quad (7.9)$$

$$y_i^R \leq f_i^R(x_1, \dots, x_n), \quad i = 1, \dots, m \quad (7.10)$$

$$x_j = g_j(x_1, \dots, x_{j-1}, x_{j+1}, \dots, x_n), \quad j = 1, \dots, n \quad (7.11)$$

$$x_j^L \leq g_j^L(x_1, \dots, x_{j-1}, x_{j+1}, \dots, x_n), \quad j = 1, \dots, n \quad (7.12)$$

$$x_j^R \leq g_j^R(x_1, \dots, x_{j-1}, x_{j+1}, \dots, x_n), \quad j = 1, \dots, n \quad (7.13)$$

là où f_i, f_i^L, f_i^R et g_j, g_j^L, g_j^R sont les vecteurs linéaires de la valeur moyenne et des diffusions gauches et droites des paramètres des ensembles flous estimés de \tilde{f}_i et \tilde{g}_j et y_i, y_i^L, y_i^R et x_j, x_j^L, x_j^R sont également des vecteurs linéaires de moyen et de diffusions gauches et droites de \tilde{y}_i et \tilde{x}_j , respectivement.

Afin d'établir les modèles, qui utilisent des paramètres crisp, on peut employer les évaluations de valeur moyenne de la régression des ensembles flous pendant que le paramètre estime, et néglige les valeurs de diffusion. Ainsi, seulement les équations (7.8) et (7.11) sont appropriées en ce cas. Pour des modèles avec des paramètres des ensembles flous, l'ensemble des équations (7.8) – (7.13) doit être utilisé.

7.2.3.2. Fonction d'Objectif

Supposant que les clients ne veulent pas maximiser-leur revenus, mais agissent plutôt en tant qu'ils sont satisfaits parce que les fonctions objectives sont des ensembles flous et ne pas connus avec précision. En ce cas, l'équipe de conception établit d'abord les niveaux d'aspiration pour chaque caractéristique de performance. Laissez y_i^{\min} et y_i^{\max} respectivement représenter les limites inférieures et supérieures des aspirations en ce qui concerne y_i . Alors un client serait complètement dissatisfait avec une conception (X) à laquelle $y_i(X) \leq y_i^{\min}$, mais seraient complètement satisfaits si $y_i(X) \geq y_i^{\max}$. Ici $y_i(X)$ est la perception du degré d'accomplissement de la $i^{\text{ième}}$ caractéristique de performance chez X. Ainsi, on peut exprimer la satisfaction sur la $i^{\text{ième}}$ caractéristique de performance à X par une fonction, dénotée comme $\mu_{y_i}(X)$, qui mesure le degré de satisfaction quand $y_i(X)$ prend une valeur particulière. Il peut être visualisé comme fonction d'appartenance d'une fonction objectif des ensembles flous. Assumant une forme linéaire de $\mu_{y_i}(X)$, il peut être exprimé comme:

Des fonctions non linéaires d'appartenance pour une caractéristique de performance

peuvent être construites d'une mode semblable [34].

$$\mu_{Y_i}(X) = \begin{cases} 0 & \text{si } y_i(X) \leq y_i^{\min} \\ \frac{y_i(X) - y_i^{\min}}{y_i^{\max} - y_i^{\min}} & \text{si } y_i^{\min} < y_i(X) < y_i^{\max} \\ 1 & \text{si } y_i(X) \geq y_i^{\max} \end{cases} \quad (7.14)$$

Le modèle utilisant une fonction objectif des ensembles flous essaye d'optimiser le degré de satisfaction global de client dérivé des caractéristiques de performance multiples. On s'est avéré que l'arrangement des ensembles flous d'optimisation est utile en modelant des problèmes multiples de prise de décision de critères impliquant la perception humaine, et peut être posé comme un problème crisp d'optimisation équivalent comme suit:

$$\begin{aligned} &\text{Trouvez } x_1, x_2, \dots, x_n \text{ qui} \\ &\text{maximiser } \lambda \end{aligned} \quad (7.15)$$

sous les contraintes

$$\lambda \leq \mu_{Y_i}(X), \quad i = 1, \dots, m; \quad 0 \leq \lambda \leq 1$$

là où λ représente la valeur globale de fonction d'appartenance, ou le degré de satisfaction global des caractéristiques de performance de m , réalisée à une conception X . Si le modèle a d'autres contraintes existantes, ils peuvent toujours être utilisés comme contraintes.

7.2.3.3. Les Contraintes

Les rapports fonctionnels, donnés dans les équations (7.8) – (7.13), peuvent être utilisés en tant que contraintes strictes ou des ensembles flous. Quand les contraintes sont strictes, la violation de n'importe quelle contrainte par n'importe quelle quantité

rend la solution infaisable. Vu le fait que, dans la pratique, les rapports fonctionnels estimés soient probablement imprécises et laissant des violations petites soyez plus réaliste. Ceci peut être fait en utilisant des contraintes des ensembles flous.

Les contraintes des ensembles flous peuvent être incorporées au modèle d'optimisation en utilisant les équations (7.8) – (7.13). Le manque de précision fournit à une équipe de développement plus de choix de conception en élargissant le positionnement faisable de solution.

Puisque les modèles sont définis de telle manière que chaque composant modèle soit crisp ou des ensembles flous, on peut facilement déterminer la valeur de retirer ou d'ajouter certains éléments du manque de précision en comparant les résultats des modèles.

7.3. Exemple Numérique

Comme dans le chapitre précédent, nous utiliserons l'exemple de Shillito [5] appliqué pour la conception d'un instrument hypothétique d'écriture. Nous allons utiliser les besoins des clients et les paramètres d'ingénierie comme mentionné dans notre exemple précédent.

En plus nous avons d'ensemble des données disponibles qui ont été rassemblés de la compagnie et de ses 6 concurrents principaux. L'objectif du problème est de développer une nouvelle conception pour maximiser le niveau de satisfaction de client de la compagnie. La maison de qualité sur la figure 7-1 est complétée de ces données. En plus d'une telle information, les clients sont priés d'indiquer la forme de la fonction d'appartenance et de la valeur de H pour la régression des ensembles flous, l'importance relative des caractéristiques de performance, et la forme de la fonction d'appartenance pour des objectifs et des contraintes des ensembles flous.

7.3.1. Évaluation de Paramètre Fonctionnels des Rapports

La régression des ensembles flous a été appliquée pour évaluer les relations de f et de g. Afin d'illustrer, une fonction triangulaire symétrique d'appartenance a été utilisée, où la valeur de H a été arbitrairement placée à 0,5. La sélection de la fonction

d'appartenance et de la valeur de H, dans une configuration réelle de problème, devrait être faite avec soin, et est formellement développée dans Moskowitz et Kim [35].

Alors l'algorithme de régression des ensembles flous a été exécuté en utilisant les perceptions des caractéristiques de performance de client et des mesures actuelles des paramètres d'ingénierie comme d'ensemble des données. Les relations évaluées de f et de g sont données dans le tableau 7-1.

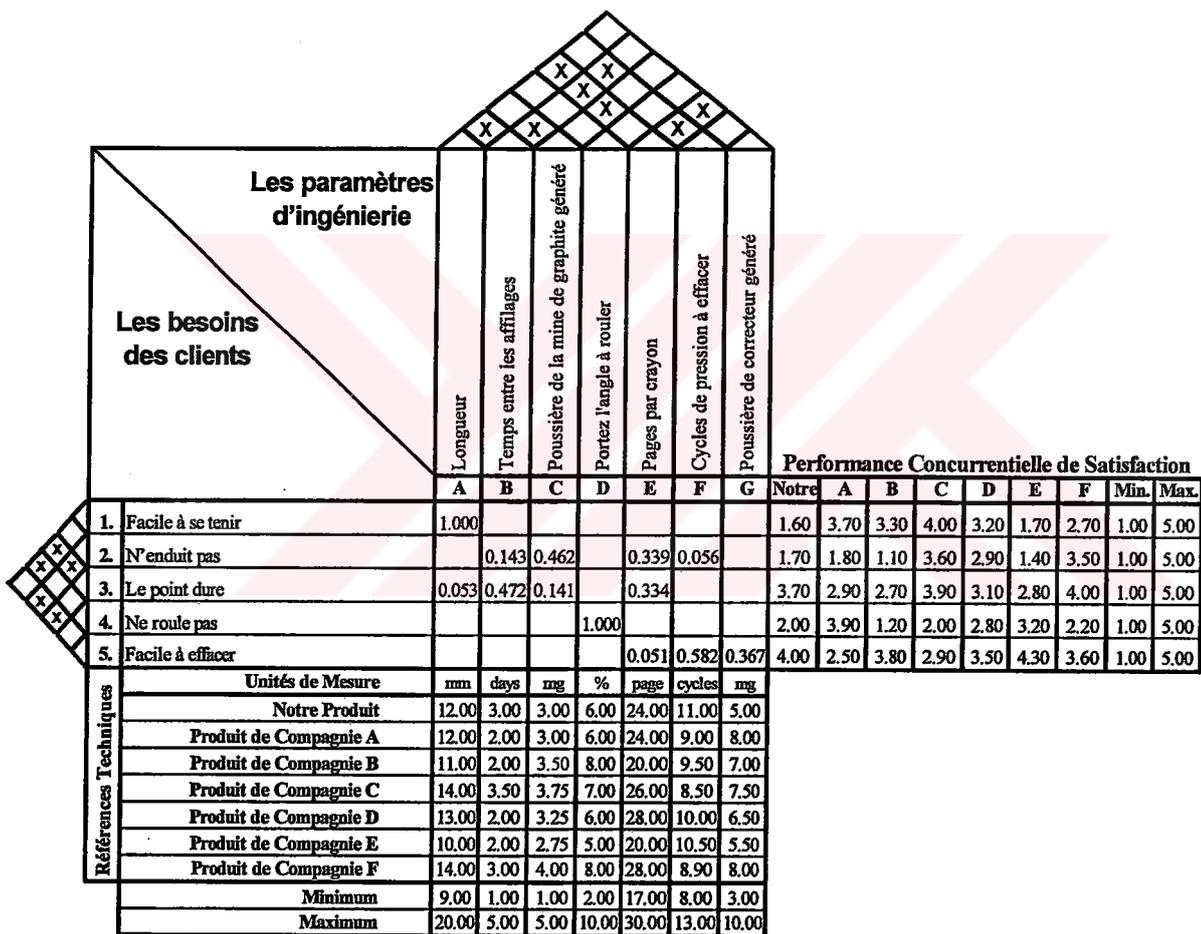


Figure 7-1. La maison de qualité

Tableau 7-1. Paramètres et rapports fonctionnels en utilisant régression linéaire des ensembles flous

	Interception	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇
y ₁	-0.800	0.325 (0.150)*						
y ₂	-0.106		0.429	0.004		0.157 (0.028)	-0.264	
y ₃	-0.406	0.501	-0.400	-0.017		-0.063 (0.029)		
y ₄	6.533				-0.553 (0.228)			
y ₅	15.980					-0.087 (0.053)	-0.713	-0.542
x ₁	4.000		1.000			0.225 (0.050)		
x ₂	-4.220	1.037		-0.488		-0.279 (0.021)	0.244	
x ₃	1.967		-0.233			0.081 (0.038)		
x ₅	-13.668	3.543 (0.089)	-2.057	-2.105			0.810	-0.146
x ₆	13.875		0.347			-0.208 (0.090)		
x ₇	2.000					0.188 (0.125)		

*Le nombre dans la parenthèse représente les diffusions à H = 0,5.

x₄ est corrélé avec aucun des paramètres d'ingénierie, il n'y a aucune équation évaluée pour x₄.

7.3.2. La Fonction d'Objectif et Les Contraintes

Pour les modèles avec une fonction d'objectif des ensembles flous, l'information sur l'intervalle d'aspiration de y_i est exigée, comme montré dans les équations 7.15. L'intervalle des niveaux d'aspiration peut être déduit en trouvant les solutions aux problèmes optimisant chaque caractéristique de performance individuelle, et puis déterminant les plus mauvaises et meilleures valeurs pour chacune des caractéristiques de performance.

Cinq problèmes d'optimisation, de dont chacun est un problème objectif simple d'optimisation avec l'objectif 'maximiser y_i ', ont été résolus d'abord ($i = 1, 2, \dots, 5$). Puis, afin d'obtenir les limites sur l'aspiration nivelle pour chaque caractéristique de performance, les valeurs de y_i des cinq problèmes objectifs simples d'optimisation ont été examinées.

Par exemple, quand les paramètres sont des ensembles flous, les valeurs de y_1 aux solutions optimales des problèmes de maximisation étaient 2.709, 2.709, 2.709, 2.709, 2.709 respectivement. Ceci implique ce y_1 , la perception de client du degré d'accomplissement sur la première caractéristique de performance, serait au moins 2.709, mais ne peut pas excéder 2.709 sous la restriction de système.

Ainsi, les limites inférieures et supérieures de l'intervalle d'aspiration pour y_1 ont été déterminées en tant que 2.709 et 2.709, respectivement. N'importe quelle conception avec y_1 moins 2.709 est inacceptable, et conception rapportant y_1 égal à 2.709 en est totalement satisfaisant en ce qui concerne le y_1 . De la même manière, les limites inférieures et supérieures des aspirations pour l'autre y_i ont été déterminées et sont comme suit: (1.382, 1.382) pour y_2 , (2.795, 2.795) pour y_3 , (1.003, 5.000) pour y_4 , (3.232, 3.232) pour y_5 .

En utilisant les intervalles obtenus ci-dessus, le procédé tracé les grandes lignes dans la section 7.2.3.2 a été suivi pour développer la fonction d'appartenance et puis pour formuler le problème d'optimisation. Nous avons utilisé comme contraintes les équations des ensembles flous données dans le tableau 6-1. Pour les modèles avec des paramètres des ensembles flous, des positionnements équivalents de contrainte de chips ont été développés à partir des équations des ensembles flous dans le tableau 7-1, comme décrit dans la section 7.2.3.1.

7.3.3. Analyse de Résultats

Dans cette section, nous comparons les conceptions existantes de notre compagnie d'exemple et de ses concurrents à ceux obtenues en résolvant de divers modèles, se concentrant sur la perception de client de la qualité de conception. D'abord, nous devons examiner où notre compagnie se tient au commencement vis-à-vis de ses concurrents. L'information d'analyse comparative de marché comparative de client contenue dans la maison de la qualité dans la figure 7-1 indique que le produit de notre compagnie est actuel faible dans les caractéristiques y_2 , y_3 , y_5 modère dans y_4 et fort dans y_1 parmi chacune des sept compagnies. Comparé à notre conception actuelle, le modèle de régression des ensembles flous a amélioré y_3 , y_4 , y_5 par le commerce outre de y_1 et y_2 , qui sont la deuxième et la quatrième caractéristiques de performance en importance. Les valeurs des paramètres d'ingénierie ont été déterminées pour réaliser une telle différence de valeur de la voie la plus efficace. Par exemple, la nouvelle conception a rapporté un y_4 sensiblement plus haut que dans notre conception actuelle. La valeur de y_4 est négativement corrélée avec x_4 . Afin d'augmenter y_4 , la conception

résultante a abaissé le niveau de x_4 . Les résultats obtenus en utilisant le logiciel LINDO sont présentés dans le tableau 7-2.

Tableau 7-2. La solution de modèle

Valeur Actuelle		Valeur de Modèle	
y_1	4.000	y_1	2.708
y_2	1.700	y_2	1.382
y_3	2.500	y_3	2.795
y_4	3.000	y_4	5.000
y_5	2.700	y_5	3.232
x_1	12.000	x_1	10.794
x_2	3.000	x_2	2.086
x_3	3.000	x_3	3.176
x_4	6.000	x_4	2.000
x_5	24.000	x_5	20.924
x_6	11.000	x_6	10.247
x_7	5.000	x_7	6.682

7.4. Conclusion

Une approche théorique intégrée avec des ensembles flous à formuler et à résoudre le problème de QFD a été présentée. La théorie de valeur d'attribut multiple combinée avec la régression des ensembles flous et la théorie des ensembles flous d'optimisation ont pu permettre à l'équipe de conception de considérer mathématiquement des différences parmi les diverses caractéristiques de performance et le manque de précision inhérent dans le système.

En outre, l'approche modelant l'a présenté à des marques possibles d'observer les effets de la possibilité sur une conception globale. La connaissance de l'impact de la possibilité sur la satisfaction de client peut également servir de directive à saisir l'information supplémentaire pour réduire le manque de précision dans les paramètres de système ou à déterminer comment possible d'améliorer une conception.

Les modèles objectifs multiples des ensembles flous développés et illustrés peuvent être appliqués à une grande variété de problèmes de conception de produits étaient des critères multiples de conception et les rapports fonctionnels de système sont interdépendants et étant en conflit d'une voie incertaine, qualitative et des ensembles flous.

8. Conclusion

Pour la plupart des organismes, le procédé de développement de produit ou de service était dans l'existence longtemps avant que QFD soit venu sur la scène. L'introduction de QFD est souvent visualisée par des réalisateurs comme adjonction - un outil qui doit ou peut être utilisé en plus des procédés existants de développement. Pendant qu'alternatif la voie de visualiser QFD est en tant qu'organisateur ou comme colle qui peut lier ensemble les nombreux aspects du développement.

Ce qui fait l'approche de QFD différente des méthodes précédentes de développement est l'analyse systématique des rapports entre les "quoi"s et les "comment"s et l'invitation à accomplis cette analyse systématique à beaucoup de différents points de planification dans le procédé de développement.

Par exemple, l'achat doit négocier pour les meilleurs matériaux, pièces, et des services, au meilleur prix. Les marchandises et les services du constructeur doivent avoir exactement les caractéristiques qui permettent aux développeurs de livrer le produit ou de l'entretenir que leurs clients préféreront au-dessus de la concurrence. L'achat ne peut pas fonctionner dans un vide. Les acheteurs doivent comprendre quelle fabrication a besoin et quelle conception de produits a nécessité, et doivent comprendre comment ces choses associent aux besoins de client. Les petits malentendus peuvent mener à de grandes erreurs.

De même, la conception de produits et les personnes de fabrication doivent savoir ce qui est possible de la voie de l'achat des fournisseurs. Les caractéristiques sont-elles réalistes? Les bonnes choses sont-elles indiquées? Les coûts sont-ils dans des contraintes budgétaires? Seulement un niveau élevé de transmission constructive parmi la conception de produits, la fabrication, et l'achat peut garantir les meilleures réponses à ces questions, et les décisions les plus futées au départ du développement.

Largement, la pensée à QFD en tant qu'étant au centre du procédé de transmission aide chaque groupe fonctionnel à découvrir comment ses ajustements de travail dedans, et à dire à tous les autres groupes de ce qu'elle a besoin d'eux.

Avant QFD, le développement des conditions de produit était une activité mystérieuse confiée à quelques chefs doués. La preuve de leur capacité de répondre aux besoins de client était quelque chose que seulement le temps indique, après le produit avait été construite et vendue.

Avec QFD, le développement des conditions de produit est devenu une série claire d'étapes que les équipes peuvent suivre. Des décisions peuvent être sauvegardées avec des jugements documentés basés sur une compréhension claire du client. Enfin personne ne peut avoir les moyens de développer les produits ou les services qui ne répondent pas aux besoins de client le moment où ils sont fournis.

Vu tous ces faits, l'application présentée dans cette thèse est préparée. Elle est basée sur une application facilement extensible en applications réelles. Les algorithmes présentés dans la première et deuxième applications sont appliqués pour la conception d'un instrument hypothétique d'écriture.

La première application utilise une approche intégrée d'ANP et de ZOGP pour incorporer les besoins de client et les paramètres d'ingénierie systématiquement considérant l'interdépendance parmi les besoins de client et les paramètres d'ingénierie avec des limitations de ressource telle que l'extensibilité et le manufacturabilité. L'utilisation des poids d'ANP et la nature objective multiple du problème fournit les solutions faisables et plus conformées.

La deuxième application, formule et résout le même problème avec une théorie de valeur d'attribut multiple combinée avec la régression des ensembles flous et la théorie des ensembles flous d'optimisation considérant mathématiquement des différences parmi les diverses caractéristiques de performance et le manque de netteté inhérent dans le système.

Avec la première application nous pouvons ranger les paramètres d'ingénierie en importance considérant toutes les limitations, tandis qu'avec la deuxième nous pouvons fixer des objectifs définitifs pour les paramètres d'ingénierie concernant les produits des concurrents de notre compagnie.

Nous pourrions facilement combiner ces deux méthodes. Par exemple nous pourrions mettre en application les limitations de ressource pendant que les nouvelles contraintes au deuxième modèle, rétrécissant le développement possible s'étend pour les paramètres d'ingénierie et en conséquence nous abaissons le manque de netteté dans le modèle. Ainsi nous pouvons utiliser les sorties du premier modèle comme entrées pour la deuxième.

Également nous pouvons améliorer notre deuxième modèle avec une analyse de sensibilité nous permettant d'examiner la possibilité de différents paramètres et contraintes des ensembles flous respectivement pour déterminer quels paramètres ou contraintes devraient être visés pour améliorer la conception de système le plus efficacement.

Enfin, je veux souligner que, comme outil de développement essentiel, QFD doit être de plus en plus prise son endroit aux compagnies d'aujourd'hui, particulièrement en Turquie, un pays en voie de développement, avec le besoin de nouvelles façons efficaces de produire des produits.

Bibliographie

- [1] Akao, Y., "QFD: Past, Present, and Future", *Proceedings of the International Symposium on QFD '97*, Linköping, (1997).
- [2] Cohen, L., *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You*, Addison-Wesley, Massachusetts, (1995).
- [3] Kogure, M., Akao, Y., "Quality function deployment and company wide quality control in Japan: a strategy for assuring that quality is built into products", *Quality Progress*, 25-29, (1983).
- [4] Prasad, B., "Review of QFD and related deployment techniques", *Journal of Manufacturing Systems*, 17 (3), 221-234, (1998).
- [5] Shillito, M. L., *Advanced QFD – Linking Technology to Market and Company Needs*, John Wiley & Sons, (1994).
- [6] Griffin, A., Hauser, J. R., "The voice of customer", *Marketing Science*, 12 (1), 1-27, (1993).
- [7] Govers, C. P. M., "What and how about quality function deployment (QFD)", *International Journal of Production Economics*, 46-47, 575-585, (1996).
- [8] Govers, C. P. M., "QFD not just a tool but a way of quality management", *International Journal of Production Economics*, 69, 151-159, (2001).
- [9] Tan, K.C., Shen, X.X., "Integrating Kano's model in the planning matrix of quality function deployment", *Total Quality Management*, 11 (8), 1141-1151, (2000).

- [10] Khoo, L. P., HO, N. C., "Framework of a fuzzy quality function deployment system", *International Journal of Production Research*, 34 (2), 299-311, (1996).
- [11] Wang J., "Fuzzy outranking approach to prioritize design requirements in quality function deployment", *International Journal of Production Research*, 37 (4), 899-916, (1999).
- [12] Chan, L. K., Kao, H. P., NG, A., WU, M. L., "Rating the importance of customer needs in quality function deployment by fuzzy and entropy methods", *International Journal of Production Research*, 37 (11), 2499-2518, (1999).
- [13] Kim, S. H., Jang, D. H., Lee, D. H., Cho, S. H., "A methodology of constructing a decision path for IT investment", *Journal of Strategic Information Systems*, 9, 17-38, (2000).
- [14] Lu, M., Madu, C. N., Kuei, C., Winokur, D., "Integrating QFD, AHP, and benchmarking in strategic marketing", *J. Business Ind. Marketing*, 9 (1), 41-50, (1994).
- [15] Armacost, R. L., Componation, P. J., Mullens, M. A., and Swart, W. W., "An AHP framework for prioritizing customer requirements in QFD: An industrialized housing application", *IIE Transactions*, 26 (4), 72-79, (1994).
- [16] Park, T., and Kim, K., "Determination of an optimal set of design requirements using house of quality", *Journal of Operations Management*, 16, 569-581, (1998).
- [17] Wang, H., Xie, M., Goh, T. N., "A comparative study of the prioritisation matrix method and the analytic hierarchy process technique in quality function deployment", *Total Quality Management*, 9 (6), 421-430, (1998).
- [18] Wasserman, G. S., "On how to prioritize design requirements during the QFD planning process", *IIE Transactions*, 25 (3), 59-65, (1993).

- [19] Saaty, T. L., Takizawa, M., "Dependence and independence: From linear hierarchies to nonlinear networks", *European Journal of Operational Research*, 26, 229-237, (1986).
- [20] Saaty, T. L., *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*, RWS Publications, Pittsburgh, (1996).
- [21] Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, (1980).
- [22] Saaty, T. L., and Vargas, L. G., "Diagnosis with dependent symptoms: Bayes theorem and the analytic hierarchy process", *Operations Research*, 46 (4), 491-502, (1998).
- [23] Schniederjans, M. J., and Garvin, T., "Using the analytic hierarchy process and multi-objective programming for the selection of cost drivers in activity-based costing", *European Journal of Operational Research*, 100, 72-80, (1997).
- [24] Badri, M. A., "Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem", *International Journal of Production Economics*, 62, 237-248, (1999).
- [25] Lee, J. W., and Kim, S. H., "Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection", *Computers & Operations Research*, 27, 367-382, (2000).
- [26] Clausing, D., *Total Quality Development*, ASME Press, Dover, NH, (1994).
- [27] Lai, Y., Ho, E., Chang, S., *Identifying customer preferences in quality function deployment using group decision making techniques*, in: Usher, J., Roy, U., Parsaei, H. (Eds.), *Integrated Product and Process Development: Methods, Tools, and Techniques*, Wiley, New York, 1-28, (1998).

- [28] Thurston, D., Locascio, A., *Multiattribute design optimization and concurrent engineering*, in: Parsaei, H., Sullivan, W. (Eds.), *Concurrent Engineering*, Chapman, London, (1993).
- [29] Tanaka, H., Uejima, S., Asai, K., "Linear regression analysis with fuzzy model", *IEEE Transactions on SMC*, 12, 903-907, (1982).
- [30] Gharpuray, M., Tanaka, H., Fan, L., Lai, F., "Fuzzy linear regression analysis of cellulose hydrolysis", *Chemical Engineering Communications*, 41, 299-314, (1986).
- [31] Heshmaty, B., Kandel, A., "Fuzzy linear regression and its applications to forecasting in uncertain environment", *Fuzzy Sets and Systems*, 15- 159-191, (1985).
- [32] Kim, K., Moskowitz, H., Koksalan, M., "Fuzzy versus statistical regression", *European Journal of Operational Research*, 92- 417-434, (1996).
- [33] Dubois, D., Prade, H., "Systems of linear fuzzy constraints", *Fuzzy Sets and Systems*, 3, 37-48, (1980).
- [34] Dhingra, A., Moskowitz, H., "Application of fuzzy theories to multiple objective decision making in system design", *European Journal of Operational Research*, 53, 348-361, (1991).
- [35] Moskowitz, H., Kim, K., "On assessing the H value in fuzzy linear regression", *Fuzzy Sets and Systems*, 58, 303-327, (1993).

Biographie

S. Emre Alptekin est né le 22 Mai 1976 à Istanbul. Il a étudié au Lycée d'Autriche entre les années 1987-1995.

Entre les années 1995-1999, il a fait ses études à l'Université technique d'Istanbul en Génie Industriel. En même temps il a suivi à l'Institut Français pendant trois années. Il a fait des stages respectivement chez Borusan Güç Sistemleri San. A.Ş., chez Borusan Makine Servis ve Tic. A.Ş., chez Porcan Bilgisayar Donanım ve Yazılım Sanayi Ticaret A.Ş. et chez UKİ Hazır Giyim San. ve Tic. A.Ş. à Istanbul.

En 1999, il a commencé ses études de maîtrise à l'Université de Galatasaray en Génie Industriel. Il travaille depuis avril 2000 comme assistant de recherche à l'Université de Galatasaray.