

GESTION SIMULTANEE DES COUTS ET DE LA QUALITE EN CONCEPTION : APPORTS ET LIMITES DU QFD

Frédéric GAUTIER*

Résumé. - De multiples méthodes permettant de gérer la qualité et les coûts lors de la conception et du développement d'un produit nouveau ont été proposées. L'objectif de cet article est de présenter les méthodes favorisant une gestion simultanée des coûts et de la qualité, afin d'explicitier les problèmes méthodologiques sous-jacents aux méthodes proposées. En particulier, sur un plan méthodologique, notre analyse souligne des différences fortes entre les approches occidentales et les approches japonaises et la nécessité de refonder les méthodes d'évaluation économique afin d'améliorer la prise de décision en conception.

Mots-clés : Conception et Développement ; Coût sur le cycle de vie du produit ; Evaluation économique ; Produits nouveaux ; Qualité.

1. Introduction

L'importance stratégique des activités de conception et développement a été amplement soulignée au cours des années récentes. Ces activités connaissent des évolutions structurelles et organisationnelles majeures : mise en place de directions de projets « lourdes » et ingénierie concurrente. Les activités de conception et développement ayant un impact important sur la performance globale de l'entreprise, la qualité en conception et la gestion des coûts apparaissent comme essentiels. La qualité en conception est inextricablement liée à la capacité de l'entreprise de répondre aux exigences des clients, à produire effectivement ce qui a été conçu et à maîtriser les coûts sur le cycle de vie du produit ou service. De multiples méthodologies ont été

* Professeur en Sciences de Gestion, CEROS-Université Paris Ouest Nanterre La Défense.

comme une méthode structurée favorisant la qualité en conception et largement adoptée par de multiples organisations. Cependant, tant la littérature que les expériences pratiques soulignent la difficulté à gérer simultanément la qualité en conception et les coûts sur le cycle de vie du produit. Ce constat nous amène à présenter les méthodologies envisageables de gestion des coûts et de la qualité en conception pour expliciter les problèmes méthodologiques sous-jacents en terme d'évaluation économique. Cet article est structuré en deux parties. Dans une première partie, nous présentons les enjeux d'une gestion simultanée de la qualité et des coûts en conception en nous appuyant sur les méthodologies du QFD. Cette analyse nous permet d'identifier deux modalités de gestion des coûts et de la qualité en conception. Dans la seconde partie, les problèmes méthodologiques en matière d'évaluation économique sont explicités, notamment en termes d'analyse des coûts et de lien coût-valeur.

2. Qualité en conception et coûts : les différentes méthodologies du QFD

Le *Quality Function Deployment* (QFD) est une méthodologie permettant d'identifier les attributs critiques d'un produit pour les clients et de créer un lien spécifique entre ces attributs critiques et les différents paramètres de conception (spécifications). Le QFD apparaît ainsi comme une méthode essentielle pour gérer la qualité en conception et fournir une démarche structurée de coopération entre les différents métiers participant au projet de conception et développement d'un produit nouveau. Selon certains auteurs (Hauser & Clausing, 1988 puis Hauser, 1993, en particulier), l'utilisation du QFD au cours de la conception et du développement d'un produit nouveau permet de réduire le délai et les coûts de conception tout en maintenant et améliorant la qualité du produit.

Deux raisons principales ont expliqué le développement du *Quality Function Deployment* (QFD) au Japon au cours des années 1960 (Cristiano, 1998) :

1. la première a trait au besoin de créer une méthode permettant de fournir une aide pour concevoir des produits nouveaux dont le niveau de qualité était assuré ;
2. la seconde raison tenait à la volonté de disposer de graphiques de contrôle qualité avant le démarrage des opérations de production en série.

Revelle et *alii*, (1998) indiquent que les prémisses du QFD ont été développées par Oshiumi, ingénieur de l'entreprise Bridgestone au Japon, qui développa deux instruments de gestion de la qualité en phases de conception et développement d'un produit nouveau.

Un diagramme faisant le lien entre des spécifications concernant la qualité du produit à concevoir (similaires à des attributs souhaités par le consommateur concernant le produit nouveau) et des caractéristiques techniques exprimées sous forme de paramètres des procédés à

surveiller à chaque étape des procédés); les relations entre les attributs de la qualité et les paramètres techniques étaient explicitées sous la forme de diagrammes causes-effets. Cette matrice créait en fait un réseau de points clés de maîtrise (traduction AFNOR de control points) qui reliait les éléments de qualité du produit avec différents paramètres et leur valeur-cible. Ce diagramme est considéré par Revelle et alii (1998, [110]) comme l'ancêtre de la matrice de la qualité car il fournit des informations et des relations similaires.

Bridgestone utilisait également une table d'éléments d'assurance-produit pour revoir les travaux d'assurance qualité des procédés de production; cette table d'assurance qualité était préparée sur la base des résultats des statistiques de qualité des procédés produisant des biens en grand volume.

Akao s'inspira de ces travaux et adapta les tables d'assurance qualité pour qu'elles puissent être établies dans les phases amont du cycle de vie du produit, c'est-à-dire au cours des phases de conception et développement du produit nouveau. L'apport d'Akao, professeur d'ingénierie industrielle à l'université Tamagawa à Tokyo, a été de relier les deux instruments permettant ainsi d'établir des liens entre les caractéristiques de qualité souhaitées par le consommateur, les paramètres techniques et les différents éléments d'assurance qualité des procédés. Cette nouvelle approche globale fut dénommée par Akao « *Objectif de déploiement de la qualité* » dans un article japonais en 1972 et mise en œuvre pour la première fois dans l'entreprise Komatsu à Kobe.

Au cours des années 1970, la méthode est progressivement améliorée grâce à sa mise en application dans différentes entreprises japonaises (Isuzu, Fuji Motors, Konoca Camera, site naval Mitsubishi à Kobe pour la conception de pétroliers...) et la conceptualisation des pratiques par les ingénieurs.

En 1978, la pratique dans les entreprises japonaises ainsi que les avancées théoriques étaient suffisantes pour que Mizumo et Akao conceptualisent l'ensemble sous forme d'un ouvrage portant le titre de *Quality Function Deployment* (Chan et Wu, 2002). Le terme QFD est la traduction littérale de trois mots japonais :

- *Hin shitsu* signifiant qualité, caractéristiques attributs ;
- *Kino* signifiant fonction ou mécanisme ;
- et *Ten kai* qui signifie déploiement, évolution, diffusion ou développement.

La méthodologie a fait l'objet de différentes améliorations, notamment par Toyota qui développa le « toit » de la matrice de la qualité, présentant les corrélations entre les différents paramètres techniques de conception pour l'obtention des attributs souhaités par les

consommateurs. À partir de 1979, la méthodologie du QFD fut introduite dans l'ensemble du groupe Toyota.

Les concepts du QFD ont été introduits aux États-Unis en 1983 par Akao dans un article publié dans *Quality Progress*. Cependant, il faut attendre l'article de Hauser et Clausing en 1988 pour que les concepts du QFD soient véritablement vulgarisés aux États-Unis. La méthodologie sera alors mise en œuvre par les grandes firmes automobiles américaines (Ford à partir de 1984, puis General Motors et Chrysler) d'abord, puis appliquée progressivement par les plus grandes entreprises américaines (AT & T, Polaroid, Martin Marietta...) dans différents secteurs industriels. L'adaptation de la méthodologie du QFD aux États-Unis a été double :

- le modèle de l'ASI (*American Supplier Institute*) retient quatre phases et permet de passer de « la voix du consommateur » à la planification de la production ;
- le second modèle développé par GOAL/QPC propose une approche moins structurée et fournit une boîte à outils pour adapter le QFD à un problème particulier de conception.

La diffusion des principes du QFD en France résulte de la traduction en français par l'AFNOR de la traduction américaine de l'ouvrage d'Akao (1993), publié au Japon en 1988 sous le titre *Hinshitsu tenkai katsuyo no jissai*.

Ces prémisses étant soulignées, l'objectif de cette première partie est de définir le QFD, puis d'analyser les principales méthodologies proposées par la littérature. Ces analyses permettent alors de distinguer deux modalités de gestion simultanée de la qualité en conception et des coûts, en fonction des méthodologies proposées.

2.1 Les définitions du QFD

Le *Quality Function Deployment* est une méthodologie globale et systématique de conception pour comprendre et intégrer la perspective du consommateur. Elle fournit une aide à la décision structurée et graduelle pour traduire la « voix du consommateur » en cibles de conception (sous forme de spécifications) et points clés de maîtrise associés aux caractéristiques du produit ou de vérification associés aux procédés de fabrication (Cristiano, 1998). Les définitions du QFD sont fondées sur l'analyse d'Akao, les définitions proposées par la littérature étant très nombreuses (Carnevali & Miguel recensent quatre-vingt-onze définitions du QFD dans leur revue de la littérature en 2008).

Selon Akao (1993, p. 3), le QFD constitue une méthodologie globale de conception d'un produit nouveau: « le QFD propose des méthodes spécifiques pour garantir la qualité à chaque étape du procédé de développement des produits, en commençant par la conception. En d'autres termes, il s'agit

d'une méthode pour introduire la qualité dès le stade de la conception, afin de satisfaire le client puis de traduire les exigences des clients en objectifs de conception et en points clés qui seront nécessaires pour assurer la qualité en phase de production ». Ainsi, le QFD est une méthodologie de déploiement de la qualité qui prend en considération les aspects technologiques, de fiabilité et les coûts lors de la conception et du développement d'un produit nouveau.

En ce qui concerne la qualité des produits nouveaux, l'approche proposée suit le processus de conception du produit, de l'amont vers l'aval, des premières décisions de conception vers les qualités du produit fini attendues par le client. L'objectif de la méthodologie du QFD est donc de prendre en compte les demandes des clients et de les transmettre, selon une méthodologie rigoureuse, jusqu'à la phase de production, en tenant compte des contraintes et spécificités de fabrication.

La définition proposée par Akao (1993) est complétée par un certain nombre de références qui permettent de fonder la méthodologie, sur le plan conceptuel :

- les travaux de Feigenbaum sur la maîtrise totale de la qualité et la définition du Système Qualité comme l'ensemble des procédures administratives et techniques nécessaires pour fabriquer et livrer un produit répondant aux spécifications définies ;
- les travaux de Juran sur la définition de la fonction Qualité ; pour Akao (1993), toutes les activités comportent des fonctions qui permettent d'obtenir l'aptitude à l'emploi du produit ;
- et les travaux de Mizuno qui définit le déploiement des fonctions qualité comme le déploiement graduel et détaillé des fonctions ou des opérations qui construisent méthodiquement la qualité, à l'aide de procédures documentées et fondées sur des faits et non des intuitions.

La référence à ces travaux indique que le QFD vise certes à mettre en place les procédures organisationnelles et opérationnelles permettant de maîtriser et d'assurer la qualité, mais aussi à analyser et comprendre la structure de la qualité elle-même lors de la conception et du développement du produit nouveau. Selon Akao (1993, p. 5), « *la qualité des produits peut être assurée par la qualité des sous-systèmes, la qualité des sous-systèmes par la qualité des composants et la qualité des composants par les éléments clés du procédé* ». Cette remarque introduit la méthodologie du QFD (développée par la suite) qui suit une logique graduelle de planification de la qualité.

La prise en compte de ces références ainsi que les précisions apportées conduisent à la définition suivante du QFD (Akao, 1993, p. 5) : « *on peut définir le QFD comme la voix du client dans l'entreprise, conduisant les exigences du client en caractéristiques qualité, développant un produit par le*

déploiement méthodique des relations entre les exigences et les caractéristiques, depuis chaque élément constitutif des fonctions Qualité requises jusqu'à chaque élément du produit et du procédé. La qualité globale du produit résultera de ce réseau de relations ».

2.2 Les méthodologies du QFD

Il n'existe pas de norme en ce qui concerne la méthodologie du QFD. En conséquence, après avoir présenté les propositions d'Akao, les traductions nord-américaines de la méthodologie du QFD sont introduites.

2.2.1 Méthodologie proposée par Akao

Cette méthodologie est conforme à la définition du QFD proposée par cet auteur, notamment le fait que le QFD constitue une approche globale. L'intérêt de la méthodologie proposée par Akao (1993) est de mettre en parallèle quatre dimensions :

- le déploiement de la qualité ;
- le déploiement de la technologie ;
- le déploiement du coût ;
- et le déploiement de la fiabilité.

Ces différents déploiements partent de la qualité demandée traduite en caractéristiques qualité (sous forme de constituants de la qualité qui sont des éléments de conception mesurables), puis en fonctions et en constituants. Akao (1993) propose alors une méthodologie du QFD qui s'articule en trois étapes :

1. le développement du plan qualité et de la conception de la qualité : cette première étape repose sur l'établissement de la matrice de la qualité qui vise à traduire la qualité demandée par les clients en paramètres de conception ;
2. le déploiement des sous-systèmes (en phase de conception détaillée et fabrication en présérie) : les paramètres de conception sont déployés vers les modules (ou sous-systèmes) puis vers les composants. Au cours de cette phase de déploiement, Akao (1993) précise que doivent être déterminées pour chaque sous-système puis composant :
 - les caractéristiques fonctionnelles, définies comme « *les caractéristiques qui doivent être produites à l'intérieur des tolérances spécifiées de conception pour que le produit soit apte à l'emploi* » (Akao, 1993, p. 8) ;

- et les caractéristiques de sécurité c'est-à-dire « celles, si les tolérances imposées ne sont pas respectées, qui peuvent être à l'origine d'événements critiques ou catastrophiques » (Akao, 1993, p. 8) ;
3. puis le déploiement des procédés : l'objectif de cette troisième phase est de définir les méthodes optimales de réalisation des composants respectant les spécifications qualité définies requises au moindre coût. Pour cela, Akao (1993) propose de calculer un facteur dénommé « coût de la précision » pour chaque procédé afin de déterminer la méthode permettant de produire la précision au moindre coût. Cette phase s'appuie sur les résultats de prototypages et conduit à définir :
- les spécifications de production des composants, les plans de contrôle et les procédures d'achat (après arbitrage entre faire et faire-faire) ;
 - la planification des procédés afin de déterminer les installations nécessaires ;
 - au niveau du management de la qualité des procédés, les points clés de maîtrise de la qualité du produit (caractéristiques qualité du produit) en points de vérification pour les procédés (facteurs qui causent les points clés de maîtrise de la qualité).

Cette présentation de la méthodologie souligne la double nature du QFD. Il s'agit, tout d'abord, d'une méthode de traduction des exigences des clients ou utilisateurs du produit nouveau en spécifications techniques pour la conception. C'est ensuite une méthode d'organisation de l'information et de prescription progressive (au niveau des sous-ensembles puis des procédés) qui est de plus en plus détaillée et précise au fur et à mesure de l'avancement de la conception et du développement du produit.

2.2.2 Les méthodologies du QFD développées aux États-Unis

L'adaptation de la méthodologie du QFD aux États-Unis, au début des années 1980, a été multiple. Reprenant la matrice de la qualité faisant le lien entre les exigences des clients et les caractéristiques techniques, deux méthodologies ont été proposées; elles consistent à prolonger l'organisation de l'information sous forme de matrices au cours des différentes étapes de la conception.

L'approche en quatre étapes de l'*American Supplier Institute* (ASI) se traduit par la réalisation de quatre matrices permettant de passer des exigences des consommateurs aux spécifications des opérations de production ; c'est cette approche qui a été vulgarisée par Hauser et Clausing (1988) dans l'article publié par la *Harvard Business Review*. Le point de départ de la méthodologie est la mise en œuvre de la matrice de la qualité. L'objectif est de mettre en place les efforts permettant d'établir des relations claires entre les fonctions de production et la satisfaction du consommateur. Ces relations ne sont pas nécessairement faciles à visualiser. En

effet, la réalisation d'un paramètre technique suppose d'avoir les bonnes pièces, le bon processus de production pour fabriquer et assembler les pièces et la bonne usine pour construire le produit. Il est en effet possible de construire une nouvelle matrice faisant le lien entre les paramètres techniques et les opérations physiques de production. Cette approche conduit à un ensemble de quatre matrices :

1. la matrice de la qualité qui fait le lien entre les attributs des consommateurs (qualité demandée) et les caractéristiques techniques de conception ;
2. la matrice de déploiement des composants, qui fait le lien entre les caractéristiques techniques et les caractéristiques des composants ;
3. la matrice de planification des processus qui établit les liens entre les caractéristiques des composants et les caractéristiques des processus clés ;
4. la matrice de planification de la production faisant le lien entre les processus clés de production et les exigences de la production.

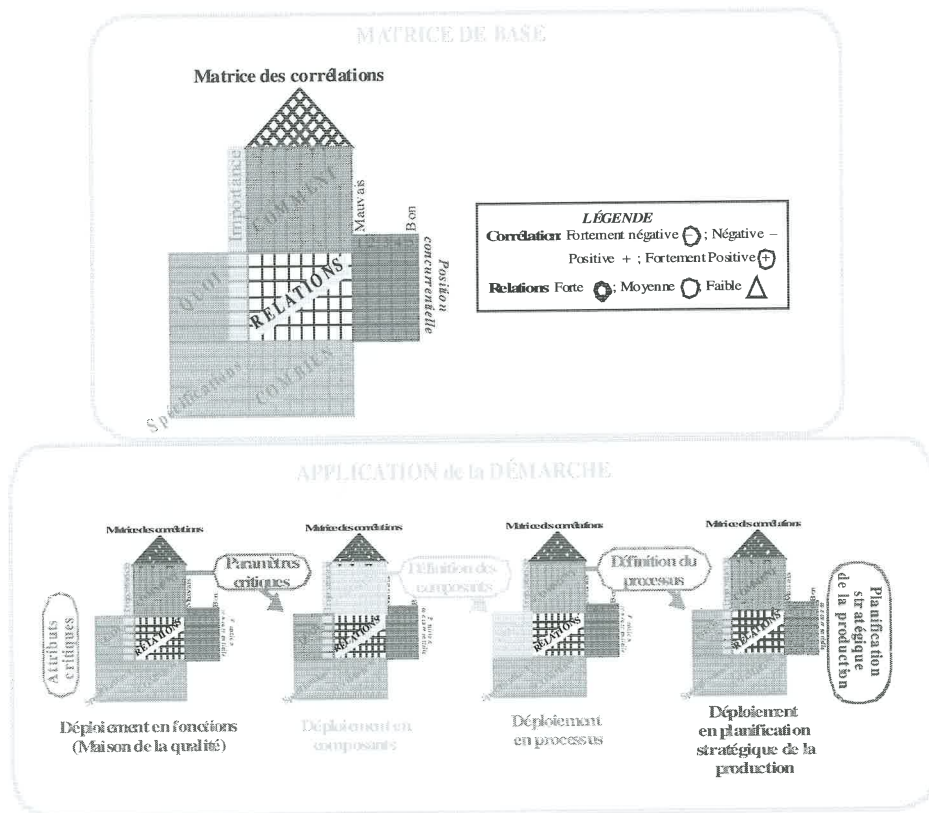


Schéma 1 : démarche du QFD proposée par l'ASI (Hauser & Clausing, 1988).

Ces quatre matrices reliées permettent de transmettre la « voix du consommateur » à la production. Comme le souligne Shillito (1992, p. 176), « *le processus de QFD débute avec les besoins des clients et les applique à l'ensemble des activités du cycle de vie du produit : planification, conception, développement et production du produit ou du service* ». En conséquence la méthodologie du QFD est un mécanisme de traduction. La comparaison de cette méthodologie avec celle proposée par Akao (1993) permet de souligner un certain nombre de différences. La plus importante tient au fait que, dans la méthodologie proposée par l'ASI, le caractère global de la méthodologie du QFD soulignée par Akao (prise en compte des aspects produit/procédés, mais aussi technologies, coûts et fiabilité) apparaît beaucoup moins explicitement. Ces différents aspects ne font pas l'objet d'un déploiement en parallèle avec le déploiement de la qualité demandée, mais sont inclus dans le déploiement de la qualité du produit et des procédés.

L'approche GOAL/QPC propose une matrice de trente matrices : dans cette approche, l'équipe de conception choisit un ensemble de matrices, en plus de la matrice de la qualité, en fonction de l'objectif retenu. Pour Cristiano (1998), cette deuxième approche méthodologique serait plus proche des conceptions d'Akao concernant le QFD, notamment parce qu'elle apparaît plus globale que celle proposée par l'ASI, moins structurée et donc plus facilement adaptable aux contextes et problèmes particuliers des entreprises. En effet, la méthodologie proposée par GOAL/QPC est particulièrement souple et propose une série de matrices pour aider à la décision sur des questions telles que :

- trouver des opportunités d'amélioration des composants clés,
- cibler le coût de production du produit ou le coût de distribution,
- ou identifier des modes de modes de défaillances inacceptables.

2.3 Différentes modalités de gestion « simultanée » des coûts et de la qualité en conception

Si l'importance d'une gestion des coûts associée à la gestion de la qualité en conception est constamment soulignée par les auteurs, la littérature sur le sujet est peu développée. Dans leur revue de la littérature en 2002, Chan et Wu ont retenu 5 articles sur 650 portant sur ce thème. Cependant, les différentes méthodologies du QFD présentées conduisent à souligner des modalités différentes de gestion des coûts et de la qualité en conception, susceptibles d'avoir des conséquences managériales fortes. En distinguant deux étapes principales du processus de conception d'un produit nouveau, le développement du concept de produit ou service, puis la conception détaillée du produit et des processus associés, l'analyse des méthodologies du QFD peut être différenciée en termes de préconisation de gestion simultanée des coûts et de la qualité.

La première modalité de gestion des coûts et de la qualité en conception est celle développée par Akao et présentée dans l'ouvrage traduit en 1993. Le chapitre huit de l'ouvrage de 1993 est consacré au déploiement de la qualité et au déploiement des coûts. Cette modalité est cohérente avec la définition d'Akao du QFD et vise à intégrer management de la qualité en conception et gestion des coûts. Le déploiement de la qualité en conception et la gestion des coûts sont simultanés. L'enjeu de ce déploiement simultané est d'éviter des réductions aveugles de coûts qui « *peuvent provoquer davantage de problèmes qu'elles n'en résolvent* ». Pour cela, il est important de faire débiter le déploiement des coûts par celui de la qualité. Le principe de déploiement des coûts à partir du déploiement de la qualité repose sur la comparaison entre un objectif de coût éclaté entre les composants à partir de la qualité demandée et le coût estimé de ce composant. L'objectif principal du QFD en matière de gestion des coûts est de dériver un objectif de coût à partir de la qualité demandée. Le principe de déclinaison repose sur une succession d'étapes suivantes.

La première étape consiste à pondérer chaque caractéristique de qualité demandée (attributs critiques) pour indiquer sa valeur relative. La valeur relative de chaque élément de qualité demandée tient compte des besoins des clients, de l'analyse des produits concurrents et de l'importance stratégique accordée par l'entreprise.

Le coût de la qualité demandée est alors obtenu en multipliant la valeur relative de chaque élément de qualité demandée par l'objectif global de coût pour le produit.

Ce coût de la qualité demandée est alors ensuite décliné entre les différentes fonctions qui participent à l'obtention de la qualité demandée (selon un schéma similaire à celui de la décomposition de la qualité demandée en fonctions ou caractéristiques de conception).

Le coût des sous-ensembles puis des composants est obtenu de manière similaire en se fondant sur les corrélations mises en évidence dans les différentes matrices du QFD.

Comme le souligne Akao (1993), cette volonté de gérer les coûts à partir de la qualité demandée par les clients se fait au prix de multiples conventions. Il apparaît, en particulier, difficile d'évaluer correctement les données (pondération de la qualité demandée, rôle des fonctions dans l'obtention de la qualité demandée, prise en compte de corrélations négatives entre un élément de qualité demandée et une fonction), ce qui peut conduire à des préconisations erronées en matière de gestion des coûts des produits nouveaux.

En conséquence, en raison de ces difficultés, les méthodologies nord-américaines du QFD évitent d'intégrer, de manière aussi étroite, gestion de la qualité en conception et gestion des coûts. ReVelle et alii (1998) proposent d'intégrer la gestion des coûts au QFD à partir de la matrice de déploiement des fonctions en composants (seconde matrice de la méthodologie de

- L'incertitude inhérente à un modèle prédictif doit être prise en compte de manière explicite. Selon Nixon, Innes & Rabinowitz (1997), les méthodes et outils de comptabilité de gestion, lors du développement d'un produit nouveau, doivent aider à rendre explicites les implications financières, et notamment les risques, des décisions portant sur les spécifications du produit, sur l'architecture du produit et contraignant l'ensemble des choix futurs de conception. Dans une perspective d'évaluation des coûts au cours d'un projet de développement d'un produit nouveau, Nixon (1998) estime que des dimensions telles que la vision des risques devant être évités, doivent être favorisées. A certaines conditions, les approches de type simulation aléatoire sont susceptibles d'apporter un éclairage pertinent au processus et à la décision en conception (Gautier, 2004).
- Les hypothèses (commerciales, physiques...) sous-jacentes à la modélisation doivent être explicitées.

Ces exigences conduisent Mévellec (2005, p. 71) à souligner l'ambiguïté de la littérature sur les coûts-cibles, axée sur la gestion des coûts, « *le problème de calcul des coûts étant supposé résolu par ailleurs* ». Ces différentes remarques conduisent à analyser les méthodes disponibles d'estimation des coûts afin de déterminer à quelles conditions elles sont susceptibles d'apporter une aide à la gestion conjointe des coûts et de la qualité en conception.

3.2 La nécessaire estimation des coûts sur le cycle de vie du produit

La perspective de déploiement des coûts fondée sur le déploiement de la qualité suppose la capacité de l'organisation à estimer les coûts induits par les décisions de conception au fur et à mesure de l'avancement du projet de conception. L'analyse des méthodes d'estimation est donc cruciale et conduit à souligner les avantages et inconvénients de trois principales méthodes utilisées.

La méthode analogique suppose une définition fonctionnelle du produit, ce qui correspond à la détermination des spécifications du produit ou paramètres de conception dans la « maison de la qualité », première matrice du QFD. La méthode d'estimation analogique consiste à estimer le coût de la fonction à partir d'une comparaison avec une réalisation similaire dont le coût est connu (Bellut, 1990). La méthode repose sur la détermination d'un coefficient d'analogie (obtenu à partir de coefficients de taille pondérés par des coefficients d'impacts traduisant l'opinion d'experts) permettant de comparer la fonction du produit nouveau avec celle du produit existant. L'intérêt essentiel de la méthode est de permettre une estimation des coûts dans les phases amont du projet de conception, c'est-à-dire lorsqu'est défini le concept du produit. Les limites de la méthode sont directement liées à cette possibilité :

- La méthode suppose que les comparaisons entre le projet et les réalisations passées soient pertinentes, ce qui suppose que le projet ne soit pas fondamentalement différent dans sa conception technique des réalisations passées. En conséquence, la méthode analogique est d'autant plus pertinente que le produit nouveau est techniquement proche des réalisations passées ;
- La méthode sera également d'autant plus fiable que les processus de développement, de production ou de support logistique du produit nouveau sont identiques à ceux des réalisations passées. La méthode suppose en particulier de prendre pour référence des produits réalisés dans la même organisation.
- La méthode offre une faible visibilité des hypothèses physiques sous-jacentes ce qui suppose que les quantités de ressources qui seront consommées varient de manière linéaire en fonction du coefficient d'analogie et que les taux de charge soient stables.

Les méthodes paramétriques (formules d'estimation des coûts ou modèles paramétriques) supposent que soient déterminées les caractéristiques physiques des systèmes ou composants du produit nouveau. Le principe des méthodes paramétriques est d'établir une corrélation statistique entre le coût de ces systèmes ou composants (ou les quantités de ressources nécessaires pour les concevoir, produire, assembler, distribuer...) et des paramètres physiques simples, tels que la masse, le volume ou la puissance. La méthode paramétrique peut ainsi être mobilisée pour estimer les coûts dès que la matrice de déploiement des paramètres critiques en composants est établie. Au-delà des exigences classiques en matière de régression statistique (taille de l'échantillon, représentativité, distribution normale) ou en matière de comparaison par rapport à un historique (produits, technologies, phases du cycle de vie du produit...), la discussion sur la validité de la méthode porte sur la nature des paramètres physiques retenus.

Selon certains auteurs (notamment le *Parametric Estimating Handbook* de la NASA), pour que l'estimation paramétrique soit valide, il doit y avoir une relation causale entre la variable dépendante (quantités de ressources ou coût) et les variables indépendantes (paramètres techniques ou de performance).

Au contraire, d'autres auteurs (Hamaker, 1995 par exemple) estiment que les variables descriptives utilisées dans les estimations paramétriques n'ont pas un caractère causal et il n'y a donc pas nécessairement de relation de cause-à-effet entre les variables descriptives et le coût. Ces variables prédictives n'ont qu'un caractère analogique. En contrepartie, Hamaker (1995) estime que la relation statistique doit être bonne pour que la méthode soit pertinente. Cette position est surprenante dans la mesure où l'absence de causalité n'empêche pas une estimation de qualité mais rend difficile la gestion des coûts du produit nouveau.

La troisième méthode d'estimation est la méthode analytique qui repose sur le système de comptabilité de gestion de l'organisation. Son utilisation suppose que soient définis les différents processus conduisant à la production et à la commercialisation du produit nouveau, c'est-à-dire que la matrice de déploiement en processus soit établie. Ce niveau d'information dépend du niveau de connaissance acquise sur le projet et donc, non seulement de son avancement, mais aussi et surtout, du degré de participation des différentes spécialités fonctionnelles au projet. Pour un niveau d'avancement donné du projet, plus est importante l'implication de fonctions différentes et plus l'estimation analytique est possible. La méthode suppose l'estimation des charges directes (matières, main d'œuvre, autres charges directes) mais aussi indirectes. La qualité de l'estimation analytique sera également grandement dépendante de la pertinence des systèmes de coûts existants : causalité et traçabilité, en particulier (Mévellec, 2005). L'utilité de l'estimation analytique est liée au choix des inducteurs et, dans ce cas à nouveau, ces inducteurs doivent traduire une véritable causalité et non une simple corrélation. Ces inducteurs doivent également correspondre à des variables de décision lors de la conception des processus associés au produit nouveau. La qualité de l'estimation dépend également de la manière dont les processus du produit nouveau sont coordonnés par rapport aux processus existants. L'analyse des pratiques de coût-cible permet de préciser certaines limites inhérentes à la méthode d'estimation paramétrique.

Coûts faisant l'objet du <i>cout-cible</i>	
Coûts variables directs	Charges de matières premières ; charges de transport de pièces et composants ; coût d'achat de pièces coût variable de production
Coûts fixes directs	Amortissement des équipements et outillages spécifiques ; coûts de développement des prototypes ; autres coûts de développement : heures d'ingénierie...
Coûts ne faisant pas l'objet du <i>target costing</i>	
Coûts directs de ventes	Leur montant est déterminé sur la base des charges encourues pour les modèles actuels ;
Coûts fixes indirects de production (hors amortissements spécifiques)	Reflètent les conditions de production globales et non spécifiques au produit ;
Autres coûts fixes indirects (administration, commercialisation...)	

Tableau 1 : contenu du coût-cible (Monden, 1995, p. 32).

Selon Tanaka et *alii* (1993), l'absence de prise en compte de la plupart des charges indirectes dans l'objectif de réduction des coûts a deux origines :

- tout d'abord, ces charges sont influencées par un grand nombre de produits et donc l'impact d'un seul produit n'apparaît pas significatif ;
- ensuite, les méthodes de rattachement des charges indirectes aux produits ont un caractère largement conventionnel, rendant ainsi leur analyse au cours des phases de conception et de développement peu pertinente.

Les différentes méthodes d'estimation comportent des limites qui sont inhérentes aux méthodes de prévision mais qui sont également liées à la pertinence des systèmes de coûts existant dans l'organisation. En conséquence, le déploiement des coûts fondé selon le déploiement de la qualité tel que l'envisage Akao (1993) est un exercice délicat. Cependant, certains principes permettent d'améliorer l'analyse et la gestion des coûts lors du déploiement de la qualité.

- L'estimation des coûts, quelle que soit la méthode retenue, devrait porter sur des quantités de ressources plus que sur des coûts monétaires. Cela tient, en premier lieu, au fait qu'une estimation sur les quantités de ressources permet une meilleure visibilité du physique et donc des conséquences des décisions de conception. En second lieu, les coûts sont déterminés, à partir du système de coûts, sur le fondement de taux ou de coefficients qui traduisent des hypothèses physiques actuelles (volumes de production, complexité des gammes de produits, efficience...) et non des caractéristiques physiques futures des processus (Giard & Pellegrin, 1992). Or, les décisions de conception sont susceptibles de remettre en cause les hypothèses physiques fondant le calcul des taux ou coefficients.
- De nombreux projets de conception concernent des familles de produits ou des produits dérivés qui supposent d'analyser le partage des coûts entre différents produits (Wheelwright & Clark, 1992). Ce partage de coûts porte en particulier sur les coûts fixes qui n'ont plus alors un caractère direct. Ce constat remet en cause les méthodes d'estimation qui reposent sur l'hypothèse d'une évolution linéaire des coûts. La littérature (Gautier & Triomphe, 2007) souligne la difficulté à définir des méthodes de répartition des coûts partagés entre différents produits appartenant à une même plateforme.
- L'estimation des coûts a un caractère ponctuel qui traduit difficilement le cycle de vie du produit. Ce caractère ponctuel conduit à mesurer l'impact des facteurs d'évolution des coûts pertinents pour le produit nouveau tels que les économies d'échelle ou les effets d'apprentissage. La prise en compte de ces facteurs d'évolution des coûts est, de surcroît, plus délicate lorsque le produit appartient à une famille de produits.

Les méthodes d'estimation des coûts permettent d'estimer les charges engendrées par les décisions de conception. Cependant, la méthodologie suppose une évaluation économique supposant de faire le lien entre la valeur créée et les coûts engendrés par les décisions de conception.

3.3 L'articulation coût-valeur dans les méthodologies du QFD

La méthodologie du QFD développe une théorie originale de la valeur qui s'appuie sur les théories proposées par les économistes. Deux conceptions de la valeur sont présentes dans la démarche du QFD.

Tout d'abord, la valeur d'échange, qui définit le taux auquel un bien s'échange par rapport aux autres biens. La « maison de la qualité » s'appuie, en effet sur une comparaison permanente par rapport aux biens proposés par les concurrents. Selon cette conception, comme l'indique Mévellec (2005, p. 56-57), « *un calcul de coût complet impliquant de multiples allocations devient alors inutile. Les seuls coûts pertinents sont ceux qui peuvent à la fois être attribués aux produits et services et évalués par le marché* ». Cette perspective permet alors de simplifier l'estimation des coûts et de ne retenir que des coûts variables directs.

Ensuite, la méthodologie du QFD fait implicitement allusion à la théorie du consommateur développée par Lancaster dans les années 1960 qui permet de comprendre les choix du consommateur à partir des caractéristiques des biens. Le client tire satisfaction des attributs du bien. Ce n'est pas le bien, lui-même, qui fournit une satisfaction au client, mais les services rendus sous forme de caractéristiques appréciées subjectivement par le client. Dans la méthodologie du QFD et, en particulier, dans la « maison de la qualité », la valeur du bien est analysée comme la somme pondérée des éléments de qualité demandée ou attributs critiques.

Le lien entre la valeur et les coûts n'a ni un caractère simpliste, ni un caractère mécanique dans la méthodologie du QFD. Les différents processus associés au produit, comme le démontrent les différentes matrices, ne peuvent être rattachés à un attribut en particulier. Au contraire, chaque attribut critique est susceptible d'être servi par un ou plusieurs composants, participant plus ou moins à la réalisation de l'attribut, et chaque composant est lui-même le résultat d'un ou plusieurs processus. Le processus constitue, en quelque sorte, un passage obligé entre les activités (ce que fait l'organisation), les fonctions du produit et les besoins du client, exprimés en termes d'attributs critiques. Cependant, cette liaison entre les activités et les fonctions par les processus n'est « *ni simple, ni mécanique. Il ne s'agit pas de dérouler un processus en face de chaque besoin du client... En face des fonctions requises par le client, ce qui a un sens, c'est de déployer un réseau de processus, dont chacun fournit des résultats appréhendables* » (Lorino, 1995, p. 60). Selon Mevellec (2005), cette articulation des coûts avec la valeur suppose des approches par

activités et processus dont les bases d'allocation reposent sur des unités portant la valeur pour le client.

La question du lien coût-valeur-satisfaction que tire le client de chacun des attributs critiques n'est pas homogène. Cette analyse repose sur le modèle de Kano (Revelle et alii, 1998) qui distingue différents impacts des attributs critiques sur la satisfaction du client.

- Les attributs de qualité tacite ne procurent pas de satisfaction en tant que telle, mais conduisent à une forte insatisfaction lorsque ces attributs ne sont pas présents.
- Les attributs de qualité explicite ou basique sont ceux qui sont exprimés par le client. Ces attributs sont relativement faciles à identifier, dans la mesure où ils sont exprimés par le client.
- Les attributs de qualité implicite sont ceux que le client n'exprime pas mais qui sont susceptibles de lui apporter une grande satisfaction parce qu'il n'y avait pas pensé. Ce sont les plus difficiles à identifier mais ils permettent à l'entreprise qui les procure de bénéficier d'une position concurrentielle favorable.

Cette analyse de l'impact de la qualité sur la satisfaction du consommateur souligne qu'il est probable que certains attributs critiques exprimés par les clients aient en fait une pondération relativement faible et ne soient donc pas source de satisfaction alors que leur coût d'obtention est relativement important.

4. Conclusion

L'objectif de cet article est de souligner les enjeux méthodologiques d'une gestion simultanée des coûts et de la qualité en conception, en s'appuyant sur les méthodologies du QFD. Si la démarche QFD permet d'améliorer la qualité en conception, la prise en compte des considérations de coûts a été peu privilégiée par la littérature et justifie le thème de cet article. L'analyse des méthodologies du QFD a permis de mettre en évidence des modalités différentes d'intégration de l'analyse et la gestion des coûts au QFD. L'approche japonaise vise à gérer de manière simultanée la qualité et les coûts en fondant l'analyse des coûts sur le déploiement de la qualité proposé dans les matrices du QFD. L'approche de type nord-américaine définit dans une première étape la qualité demandée et ne gère les coûts qu'à partir des phases de conception des systèmes et de conception détaillée des composants, sans évaluation économique mais sur le fondement de règles de productibilité.

Ces approches différenciées traduisent des difficultés de pilotage simultané de la qualité et des coûts en conception et conduisent à des exigences différentes en matière d'évaluation économique. Nous avons précisé les exigences liées à la gestion simultanée des coûts et de la

qualité en conception afin d'explicitier les enjeux méthodologiques en matière d'estimation de coûts et de liens coûts-valeur. Cela conduit à souligner des exigences concernant les systèmes de coûts en termes de causalité, de traçabilité et de choix des bases d'allocation. Ces analyses montrent que les systèmes de coûts apportent souvent une aide importante à la mesure de la qualité en production (*conformance quality*) mais relativement modeste en ce qui concerne la qualité en conception (*design quality*). Il reste certainement à mener des études de cas sur des projets de conception et développement dans différentes organisations pour conforter ces premières analyses et refonder les méthodes et outils d'évaluation économique.

5. Bibliographie

- Akao Y. (1993), QFD - Prendre en compte les besoins du client dans la conception du produit, AFNOR (traduction).
- Anderson S.W. & Sedatole K. (1988), « Designing quality into products : the use of accounting data in new product development », *Accounting Horizons*, vol. 12 n°3, septembre, pp. 213-233.
- Bellut S. (1990), La compétitivité par la maîtrise des coûts - Conception à coût objectif et analyse de la valeur, AFNOR Gestion.
- Berliner C. & Brimson J.A. (1987), *Cost Management for Today's Advanced Manufacturing, The CAM.I Conceptual Design*, Harvard Business School Press, Boston, 1987.
- Bouquin H. (2003), *Comptabilité de Gestion*, Economica, Paris.
- Carnevalli J A. & Cauchick Miguel P. (2008), « Review, analysis and classification of the literature on QFD - Types of research, difficulties and benefits », *International Journal of Production Economics*, n°114, p. 737-754.
- Chan L-K & Wu M-L (2002), « Quality function deployment : Aliterature review », *European Journal of Operational Research*, n° 143, p. 463-497.
- Cristiano J.J. (1998), *An investigation into best practices usage of quality function deployment with proposed extensions : a US/Japan comparative study*, doctoral dissertation, The University of Michigan
- ECOSIP, sous la direction de V. Giard & C. Midler, (1993), *Pilotages de Projet et Entreprises, Diversités et convergences*, Economica, Paris.
- Gautier F. (2003), *Pilotage économique des projets de conception et développement de produits nouveaux*, Economica, Paris.
- Gautier F. (2004), « Réconcilier pilotage économique des projets de développement de produits nouveaux et risques : l'apport de la simulation aléatoire », *Congrès AFC, Orléans*
- Gautier F. & Giard V. (2001), « Vers une meilleure maîtrise des coûts engagés sur le cycle de vie lors de la conception de produits nouveaux », *Comptabilité Contrôle Audit*, tome VI vol. 2, p. 43-75.
- Gautier F. & Triomphe C. (2007), « Comment évaluer la rentabilité des produits nouveaux dans le cadre d'une plateforme », *7e Congrès international de génie industriel, Trois-Rivières, Québec*

- Giard V. (2003), *Gestion de la production et des flux*, Economica, 3e édition, Paris.
- Giard V. (1988), « Gestion de production : évaluation économique et prise de décision », *Revue Française de Gestion*, janvier-février.
- Giard V. & Pellegrin C. (1992), « Fondements de l'évaluation économique dans les modèles économiques de gestion », *Revue Française de Gestion*, mars-avril-mai.
- Gormand C. (1986), *Le coût global (Life Cycle Cost)*, Pour investir plus rationnellement, Afnor Gestion, Paris.
- Hamaker J. (1995), « Parametric Estimating », in Stewart R.D., Wyskida R.M. & Johannes J.D.
- Hauser J.R. & Clausing D. (1988), « The House of Quality », *Harvard Business Review*, Vol. vol. 66 n°3, mai-juin, pp. 63-73
- Lorino P. (2001), *Méthodes et pratiques de la performance*, Le pilotage par les processus et les compétences, Editions d'Organisation, Paris (2nde édition).
- Mévellec P. (2005), *Les systèmes de coûts - Objectifs, paramètres de conception et analyse comparée*, Dunod.
- Midler C. (1993), *L'auto qui n'existait pas*, Management de projets et transformation de l'entreprise, InterEditions, Paris.
- Midler C. (1996), « Modèles gestionnaires et régulations économiques de la conception », in de Terssac G. & Friedberg G., *Coopération et Conception*, Octares Editions, Toulouse.
- Monden Y. (1995), *Cost Reduction Systems, target Costing and kaizen Costing*, Productivity Press, Portland.
- Monden Y. & Sakurai M. (1994), *Comptabilité et Contrôle de Gestion dans les Grandes Entreprises Japonaises*, InterÉditions, Paris.
- Nixon B., Innes J. & Rabinowitz J. (1997), « Management Accounting for Design », *Management Accounting (London)*, vol. 75 n°8, septembre, p. 40-41.
- Nixon B. (1998), « Research and development performance : a case study », *Management Accounting Research*, Vol. 9 n°3, septembre, p. 329-355.
- ReVelle J. B., Moran J. W. & Cox C.A. (1998), *The QFD Handbook*, Wiley, New York.
- Sherif Y. S. & Kolarik W. J. (1981), « Life Cycle Costing : Concept and Practice », *Omega*, Vol. 9 n°3, p. 287-296.
- Stewart R.D. , Wyskida R.M. & Johannes J.D. (1995), *Cost Estimator's Reference Manual*, Wiley.
- Tanaka M. (1994), « Le contrôle des coûts dans la phase de conception d'un nouveau produit », in Monden Y. & Sakurai M., *Comptabilité et Contrôle de Gestion dans les Grandes Entreprises Japonaises*, InterÉditions, Paris.
- Ulrich K., Sartorius D., Pearson S. & Jakiela M. (1993), « Including the value of time in Design-for-Manufacturing for decision making », *Management Science*, vol. 39 n° 4, avril, pp. 429-447.
- Wheelwright S.C. & Clark K.B.(1992), *Revolutionizing Product Development, Quantum Leaps in Speed, Efficiency and Quality*, The Free Press, New York.