

CONCEVOIR DES PRODUITS NOUVEAUX UNE ACTIVITE COMPLEXE

L'activité de conception présente de multiples facettes. Nous nous intéressons dans nos travaux à celles qui concernent la conception de produits industriels. Ces produits peuvent être eux aussi perçus et définis de diverses façons. En tant qu'ensemble de composants, ou alors dans leur finalité en tant que support de fonctions permettant de rendre des services à des utilisateurs. Ces produits peuvent être des évolutions subtiles de produits déjà existants ou au contraire ils peuvent présenter des caractéristiques de nouveauté importante dans leurs fonctions, leurs technologies, leur esthétique. Leur degré de nouveauté est donc variable mais quel que soit ce degré de nouveauté, il est le fruit d'un processus industriel mettant en oeuvre des méthodes, des outils, des relations humaines, des flux d'informations. Ce processus est lui-même en interaction avec l'environnement de l'entreprise : celui des produits et des services, celui des technologies et des méthodes, celui des découvertes scientifiques et des évolutions de la pensée. L'innovation entraîne des modifications de cet environnement et ces modifications appellent à leur tour des innovations.

Si l'on se réfère aux définitions que donnent MORIN (1977), ATLAN (1979), MELESE (1990) ou LE MOIGNE (1991), de la complexité, la Conception de Produits Nouveaux peut être considérée comme un processus complexe. Bien qu'il ne se limite pas à cet aspect, le terme « complexité » désigne d'abord ce qui nous échappe, ce que nous avons du mal à comprendre et à maîtriser. En cela la complexité est distincte de la complication dont nous arrivons, avec du travail, à venir à bout. On appelle complexe un phénomène que l'on n'arrive pas à comprendre et à maîtriser dans sa totalité. ATLAN (1979) mais aussi LE MOIGNE (op. cit.), présentent la complexité comme étant une notion négative, "*un désordre apparent, un ordre dont on ne connaît pas le code et qui se mesure par différentiel d'information*".

L'objet de cette partie est de situer la Conception de Produits Nouveaux dans cette complexité. Ceci nous amène à conclure sur la nécessité de modéliser cette activité en tant que processus pour comprendre et pour pouvoir agir sur la qualité de ce processus.

2.1. L'activité de conception de produit industriel : définition

Les définitions de l'activité de conception sont nombreuses [JONES & THORNLEY, (1963)]. D'une manière générale, l'activité de conception est décrite comme ayant pour objet de définir un produit ayant une fonctionnalité particulière et se conformant à certaines spécifications.

La norme NF L 00-007¹⁰ définit la conception (d'un produit) comme étant une « *activité créatrice qui, partant des besoins exprimés, des moyens existants et des possibilités technologiques, aboutit à la définition d'un produit satisfaisant ces besoins et industriellement réalisable* ».

L'AQAP 15¹¹ précise qu'il s'agit d'une « démarche de définition des tâches à accomplir et de résolution des problèmes dans le but de créer un produit ou un service destiné à satisfaire des besoins exprimés. Le terme « conception » désigne également le résultat des opérations précitées ».

Cette activité est « une activité essentiellement mentale,... orientée vers la réalisation d'objectifs,... focalisée sur les aspects pertinents du produit... ce qui laisse présager le rôle important de l'expertise... et la nécessité pour le concepteur de se construire (progressivement) une représentation précise du but de la conception » [BONNARDEL, (1992), p.11].

Dans le cas où le concepteur ne dispose d'aucune procédure directement applicable pour atteindre ce but [MALHOTRA, THOMAS, CARROLL & MILLER, (1980)], cette situation amène le concepteur à adopter des stratégies visant à élaborer une « *réponse adaptative* » [REUCHLIN, (1981), p.213].

Certaines situations de conception industrielle, en particulier quand le produit est déjà connu, peuvent mettre à la disposition du concepteur, des procédures pré-définies, par exemple, dans le cadre d'une politique d'Assurance Qualité en Conception (AFNOR, normes ISO 9000). Cependant, l'activité de conception étant une activité complexe, les situations de conception sont généralement considérées comme des situations de résolution de problèmes [CALVEZ, (1990), BONNARDEL, (1992)].

¹⁰ NF L 00-007 : Norme française - industrie aéronautique et spatiale - vocabulaire- termes généraux - Paris, AFNOR, mars 1987.

¹¹ AQAP : Allied Quality Assurance Publication: publication interalliée (OTAN) (cf THOMSON CSF "Vocabulaire de termes normalisés usuels de la Qualité".)

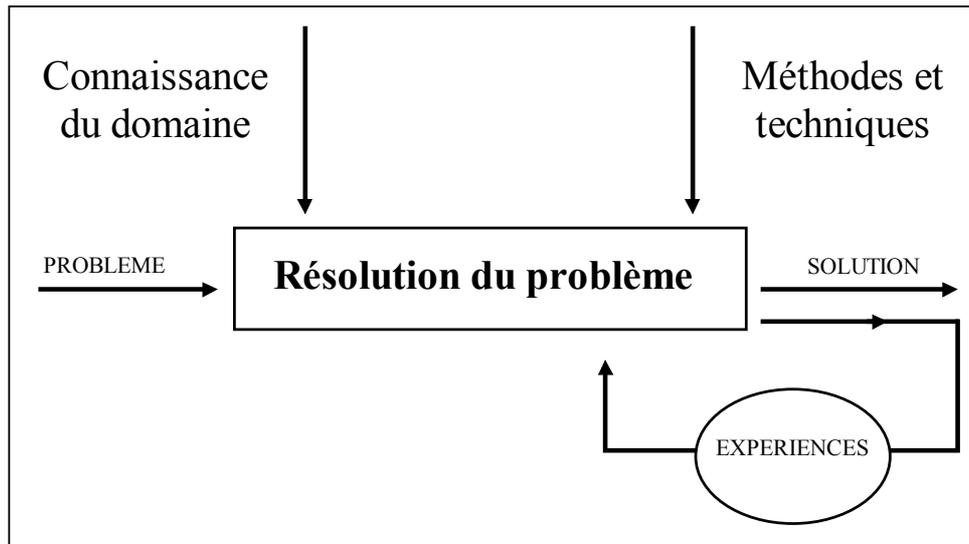


Figure 7 : Activité de conception : processus de résolution de problèmes [BONNARDEL, (1992)].

2.2. L'activité de conception : caractéristiques générales

Concevoir suppose de définir le problème [LANZARA, (1986), p 447]. Une part importante de l'activité de conception est consacrée généralement à la structuration du problème, et le reste, à la recherche de la solution [SIMON, (1973), p. 187].

Cette participation du concepteur à la structuration du problème et à sa reformulation, provient du fait que les données de base du problème sont rarement complètes, suffisantes, et pertinentes.

Les réponses à un problème de conception sont souvent multiples. Les concepteurs travaillant en groupe ont alors à faire des choix de solutions alternatives qu'ils devront évaluer en fonction de critères validés par le demandeur du produit, et du poids de ces critères. Ce processus d'évaluation intervient tout au long du cycle de conception d'un produit (BONNARDEL, op.cit.). Parmi ces techniques d'évaluation pondérée des solutions par rapport aux besoins du client, on peut citer par exemple, le Quality Function Deployment (Q.F.D.). Le déploiement des fonctions Qualité, se compose d'un ensemble de programmes de planification et de communication. Cette méthode est née dans les entreprises japonaises au début des années 70. Le déploiement de la Fonction Qualité se compose de trois éléments indissociables :

- Une équipe pluridisciplinaire ayant en charge le projet du début à la fin.

- L'écoute du marché visant à témoigner des besoins des "clients - futurs utilisateurs", ainsi que des exigences du type réglementations, standards, législation d'une part et options stratégiques, contraintes d'entreprise d'autre part.
- De supports graphiques, appelés "Maison de la Qualité" s'enchaînant les uns aux autres. Ces supports graphiques permettent de mettre en correspondance deux séries de données devant répondre les unes aux autres et d'évaluer la qualité de cette réponse.

Son utilisation facilite la communication de l'information, au sein d'une équipe chargée d'un projet et dans l'entreprise. Sa mise en oeuvre exige cependant de gros efforts et une grande disponibilité des esprits, car la masse, la nouveauté et la précision des informations requises pour alimenter efficacement la "première Maison" est importante.

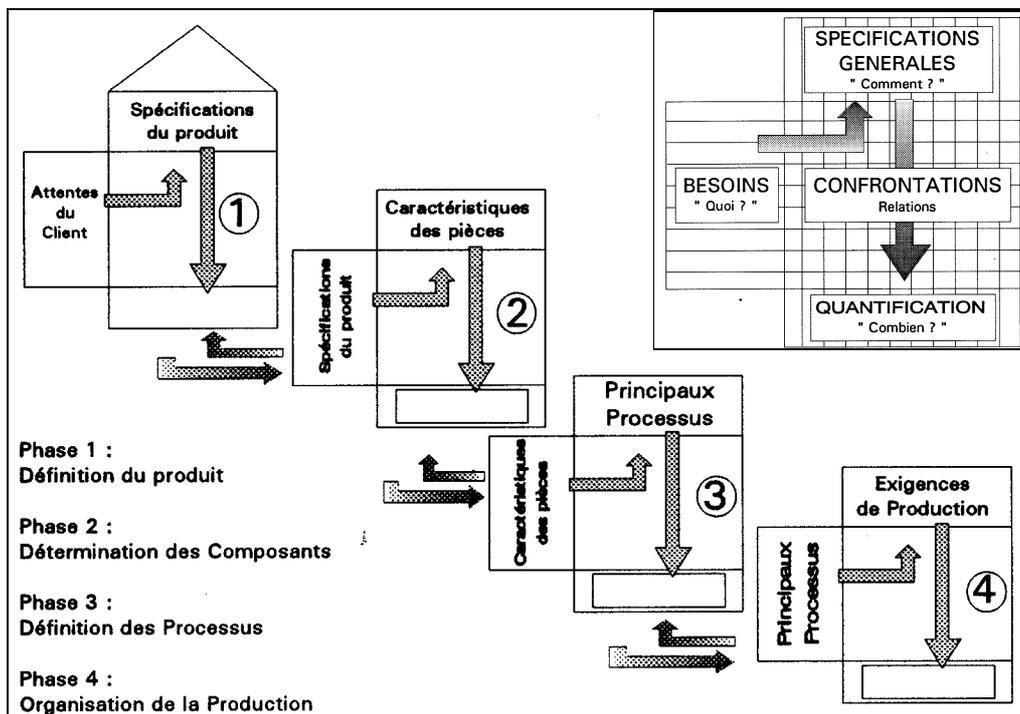


Figure 8 : schéma Q.F.D.

2.3. Modélisations d'un produit

Un produit peut être d'ordre matériel, (physique), ou immatériel, comme un logiciel ou bien encore un service : un voyage organisé, un placement financier sont appelé des "produits".

Les produits matériels, logiciels et de service sont de plus en plus souvent associés dans une même prestation de l'entreprise vis à vis de ses clients. La satisfaction du client sera fonction de son appréciation de chacun de ces éléments : le client n'achète pas seulement un téléphone portable, mais aussi le réseau téléphonique et les services qui vont avec.

Une différence importante entre produit matériel ou logiciel et produit de service tient dans leur réalisation et leur utilisation. Contrairement à un produit matériel ou logiciel, la

réalisation et l'utilisation ("consommation") d'un service sont simultanées ; il n'est pas stockable ; l'utilisateur est directement en contact avec l'entreprise prestataire et participe volontairement ou involontairement, positivement ou négativement à l'exécution du service.

Par contre, en ce qui concerne leur conception, les processus mis en oeuvre peuvent être considérés comme similaires. Dans la suite de ce document, nous utiliserons donc le terme produit, pris au sens large, sauf mention contraire. Les approches de la conception d'un produit (au sens large) sont, par contre, différentes selon que l'on considère un produit comme étant un ensemble de composants, ou au contraire un ensemble de fonctions supports de services. Ces deux approches cohabitent souvent dans les entreprises et sont facteur d'ambiguïté et d'incompréhension entre les différents acteurs de la conception de produits. Nous évoquons ici ces deux modèles de représentation d'un produit car ils participent à la complexité du processus de conception, et illustrent les difficultés de communication que l'on peut rencontrer dans une entreprise lorsque l'on parle des fonctions d'un produit.

2.3.1. L'approche composants

Un produit peut être considéré comme un ensemble de composants élémentaires en relations les uns avec les autres. Sa description « fonctionnelle » se fait alors en décrivant « comment ça marche » ? Cette description du produit reste très attachée aux solutions qui ont été ou vont être retenues pour concevoir le produit. Elle ne permet pas de remettre en cause l'expression du besoin, de la reformuler et de la valider. C'est une pratique fort répandue car elle ne demande pas d'effort d'abstraction particulier. Elle présente l'inconvénient majeur de limiter d'emblée les possibilités d'innovation en faisant référence à des solutions connues pour répondre à de nouveaux besoins. Ces raisons font que nous rejetons cette approche au profit d'une analyse fonctionnelle plus conceptuelle.

2.3.2. L'approche fonctionnelle

Une autre modélisation possible d'un produit peut être exprimée comme étant [GAUTIER, (1991)] : « *la réalisation d'un certain nombre de fonctions, à des niveaux de satisfaction pour une population donnée* » (c.f. Figure 9 : modélisation d'un produit : l'approche fonctionnelle page 30). La question posée étant alors : « Quels services le produit doit-il rendre aux utilisateurs » ?

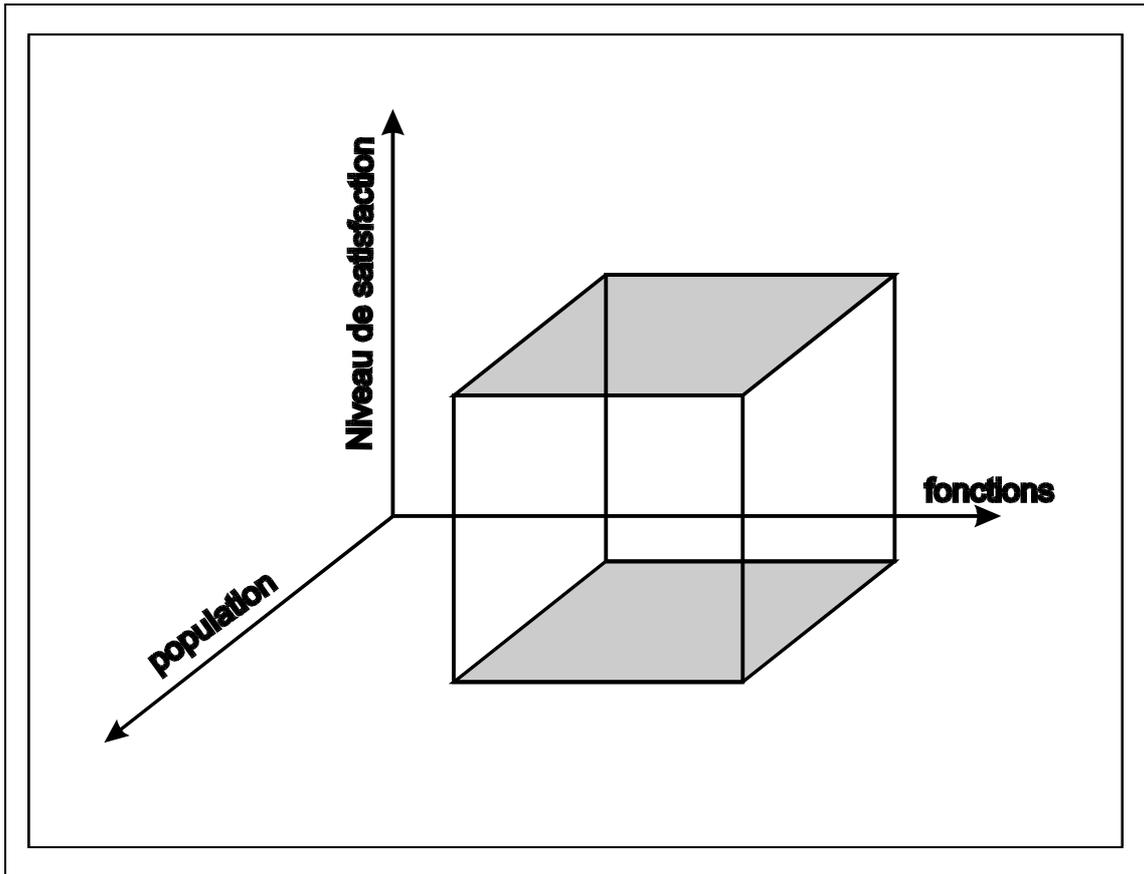


Figure 9 : modélisation d'un produit : l'approche fonctionnelle [GAUTIER (1991)]

Il faut donc prendre ici le terme « fonction » au sens de l'analyse fonctionnelle (normes NFX 50.100, NFX 50.150 à NFX 50.153). Elle définit une fonction en terme de service à rendre par le produit excluant toute référence à une solution. La norme définit des fonctions de service et des fonctions d'adaptation (cf. Figure 10 : Le produit : support de service, page 31).

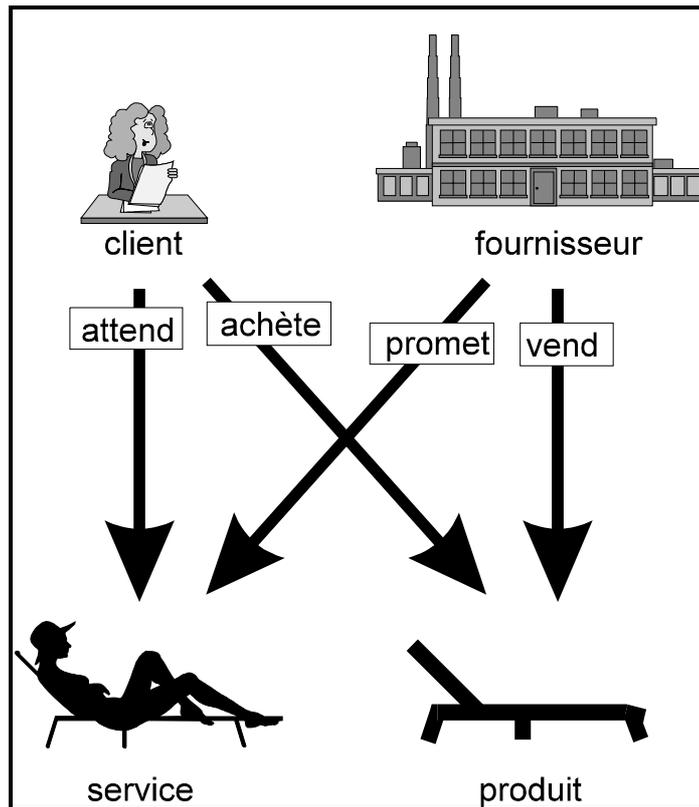


Figure 10 : Le produit : support de service

D'autre part, la notion d'utilisateur recouvre celle de l'utilisateur final du produit, mais aussi tous les utilisateurs intermédiaires, tout au long du cycle de vie du produit. Par exemple, dans le cas d'une cabine de téléphone, l'utilisateur principal de la cabine est l'usager qui paie pour pouvoir téléphoner à l'abri du bruit et des intempéries. Mais les techniciens qui ont installé la cabine, le préposé qui fait la recette de l'argent, celui qui entretient la cabine ... sont autant d'utilisateurs de la cabine. L'analyse fonctionnelle préconise donc de caractériser les différentes « positions d'utilisation » du produit, déterminées à partir de la définition du cycle de vie du produit (AFNOR - Norme NFX 50-151 - 1992).

Le cycle de vie d'un produit est défini comme étant (THOMSON-CSF, 1990) : « *L'ensemble des phases successives de la vie d'un produit qui se déroulent à partir de l'expression du besoin global jusqu'à la réalisation et l'exploitation du produit par le client utilisateur* ». Les phases les plus couramment retenues sont :

- Orientation faisabilité
- Conception
- Développement
- Production
- Exploitation et maintien en condition

Conception et Développement sont parfois assimilés sous un même terme (Conception ou développement). La phase d'exploitation peut être détaillée en situations pouvant avoir une

influence sur la conception du produit : la distribution, le stockage, le transport. Enfin la « fin de vie du produit » est une phase qu'il devient impératif de prendre en compte dès la conception, du point de vue de la destruction ou du recyclage du produit (MILLET, 1995).

La règle d'expression d'une fonction que nous avons retenue dans la suite de nos travaux est celle préconisée par la méthode A.P.T.E.¹² :

- Fonction de service : phrase comprenant un verbe exprimant la relation accomplie par le produit entre deux éléments de son milieu extérieur (fonction principale).
- Fonction d'adaptation : réaction du produit par rapport à des actions d'un élément de son milieu extérieur (fonction contrainte ou également appelée fonction d'adaptation) (cf. Figure 11 : définition d'une fonction, page 32). Parmi ces fonctions contraintes, les fonctions génériques « être esthétique » (au sens large : Design, couleur etc...) et « résister aux agressions de l'environnement » sont des constantes qu'il convient de préciser dans le Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF) (BOLY, ARNOULT, GUIDAT DE QUEIROZ, 1993, p.174).

Cette deuxième modélisation présente l'intérêt d'ouvrir le champ des solutions alternatives pour satisfaire les besoins des utilisateurs. Elle oblige à raisonner sur des concepts et non à partir de solutions. Elle nécessite de faire des efforts d'abstraction pour se détacher des solutions connues et raisonner par rapport à l'utilisateur et ses attentes.

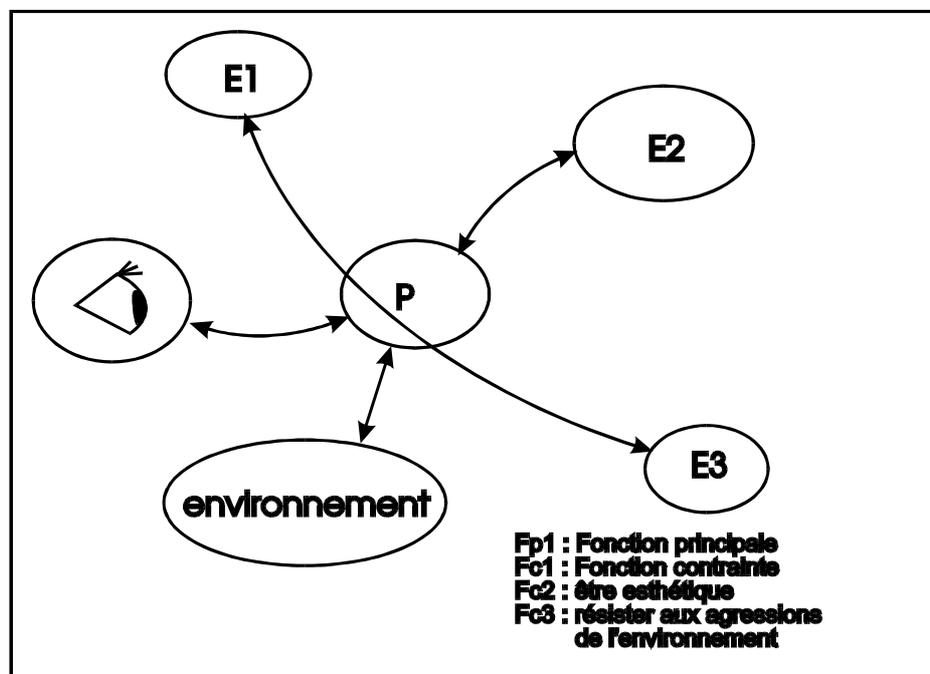


Figure 11 : définition d'une fonction(méthode APTE)

¹² Cabinet A.P.T.E. "Application des Techniques d'Entreprises S.A. - PARIS

LE COQ (p.24, 1992) ajoute aux fonctions « de Signe » (être esthétique dans la méthode APTE) et « d'usage » (les fonctions principales et contraintes), les fonctions de « Productibilité », introduisant ainsi la nécessité de prendre en compte dès la conception du produit, les contraintes de « fabrication reproductible industriellement ». La définition des fonctions d'un produit nécessite donc de prendre en compte de manière globale, l'ensemble des besoins devant être satisfaits par le produit. Nous verrons qu'une telle démarche amène les concepteurs à travailler en équipes pluridisciplinaires, établies dès le départ d'un projet et regroupant des représentants des métiers impliqués dans le projet. Ces équipes projet sont le centre nerveux d'une démarche d'Ingénierie Simultanée, visant à (BOURDICHON, 1994):

- *réduire les temps de « conception/industrialisation/fabrication/distribution » du produit,*
- *développer l'innovation tout en assurant un niveau de qualité d'adéquation aux besoins des utilisateurs ou du marché bien plus qu'une qualité de conformité,*
- *diminuer globalement les coûts du projet et des produits.*

2.4. Définition d'un produit nouveau

Concevoir induit une notion de création, et donc de nouveauté. Concevoir un produit implique donc que ce produit est, d'un certain point de vue, nouveau. Il n'est pas dans notre propos de dissenter sur les différentes définitions de la nouveauté, mais plutôt de positionner l'utilisateur par rapport à ce caractère éphémère de la nouveauté. La complexité du processus de conception n'est pas seulement liée aux rapports entre le produit et les acteurs en interne à l'entreprise, mais est liée aussi à cette relation avec les utilisateurs du produit.

Pour J.M. CHOFFRAY (1983), on peut distinguer trois types de produits nouveaux : les produits repositionnés, les produits reformulés, les produits originaux. Par d'éventuelles légères modifications de l'aspect extérieur, le domaine d'application des produits repositionnés est élargi et est perçu alors, par les utilisateurs potentiels, comme nouveau. Les produits reformulés ont des caractéristiques physiques nouvelles que le consommateur ne perçoit pas mais qui permettent à l'entreprise d'en élargir le champ d'application, ou d'en baisser le coût de production, d'en augmenter la fiabilité. Enfin, les produits originaux ont des caractéristiques techniques et esthétiques qui font que leur nouveauté est perçue par les consommateurs, mais également par l'entreprise qui met en oeuvre un savoir-faire nouveau. D'autres classifications précisent cette différenciation entre ce qui est perçu par le consommateur et l'entreprise : les produits nouveaux issus d'opération « marketing » (extension de gamme, de secteur géographique, imitation de produit concurrent ...), et les

produits mettant en oeuvre des technologies ou/et des concepts marquant une rupture par rapport à l'existant, une mutation industrielle.

Finalement, quelle que soit la classification que l'on fasse du caractère nouveau d'un produit, il semble que l'attrait d'un produit nouveau tienne, dans un premier temps, à son aptitude à répondre à de nouvelles attentes des utilisateurs, ou à répondre différemment et mieux que les produits existants, à des attentes déjà connues. Ce potentiel d'amélioration existe dans tout produit, qui n'est en général qu'une réponse partielle aux besoins latents (cf. Figure 12 : le produit en tant que réponse partielle aux besoins latents page 34).

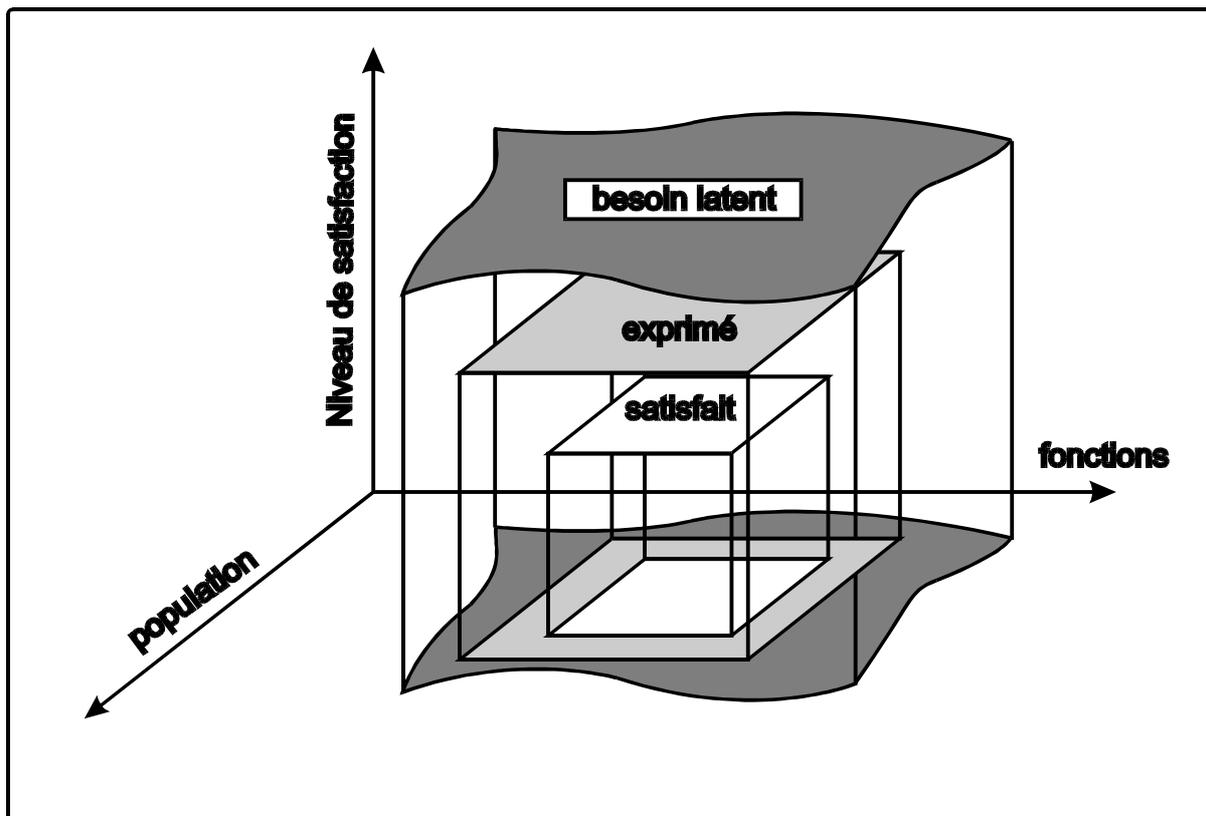


Figure 12 : le produit en tant que réponse partielle aux besoins latents

Trois phénomènes au moins peuvent justifier cet écart entre le produit et les besoins latents auxquels il est censé répondre :

- La nécessité d'exprimer les besoins latents pour permettre aux différents acteurs de l'entreprise d'exercer leurs compétences en vue d'apporter une réponse industrielle en terme de produit. Cette expression du besoin s'accompagne de pertes d'informations et de choix de ne traiter qu'une partie des informations restantes. Ces choix sont guidés par des raisons de stratégies d'innovation : cible mercatique, cohérence avec le portefeuille produit, avec les moyens de production, les moyens financiers ...
- L'évolution des besoins latents entre le moment où ils ont été exprimés, et le moment où le produit est mis sur le marché. Cette problématique de prise en compte du temps dans

la conception de produits nouveaux (MIRA,1993) est un des éléments fondateurs du travail en Ingénierie Simultanée (BOURDICHON op.cit.).

- La diversité de la population d'utilisateurs : dans le cas d'une production industrielle, « le sur mesure » est remplacé par le « standard ». Les concepts de modularité et d'options permettent de personnaliser, en partie seulement, les produits.

Le potentiel d'amélioration d'un produit peut être exploité de manière progressive. C'est la notion de Kaizen chez les japonais [cf. Figure 13: Innovation et KAIZEN ("amélioration continue") (d'après MASAAKI, 1989)., page 35].

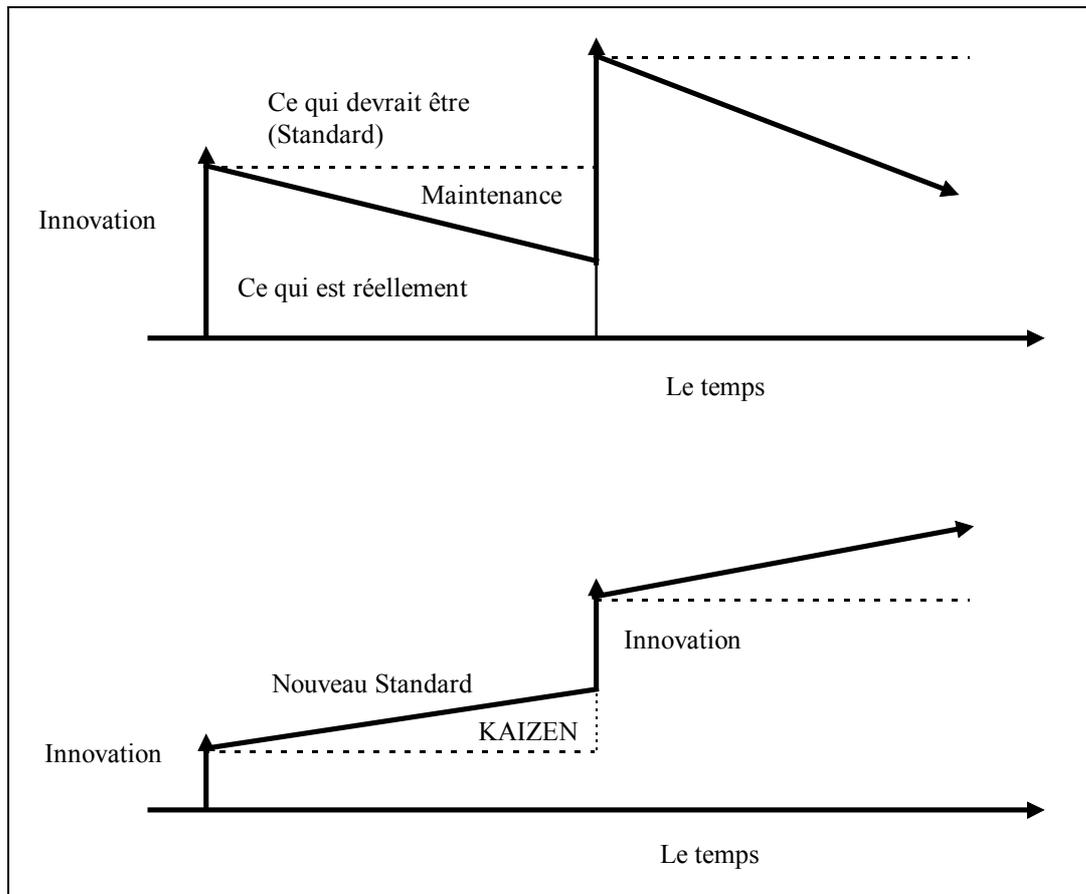


Figure 13: Innovation et KAIZEN ("amélioration continue") (d'après MASAAKI, 1989).

Un produit nouveau peut également être le fruit d'une rupture par rapport à l'existant. Il s'agit alors de ce que l'on peut appeler une innovation majeure, un changement de « paradigme » (GAUTIER, 1991) (cf. Figure 14 : Innovation majeure : changement de paradigme page 36).

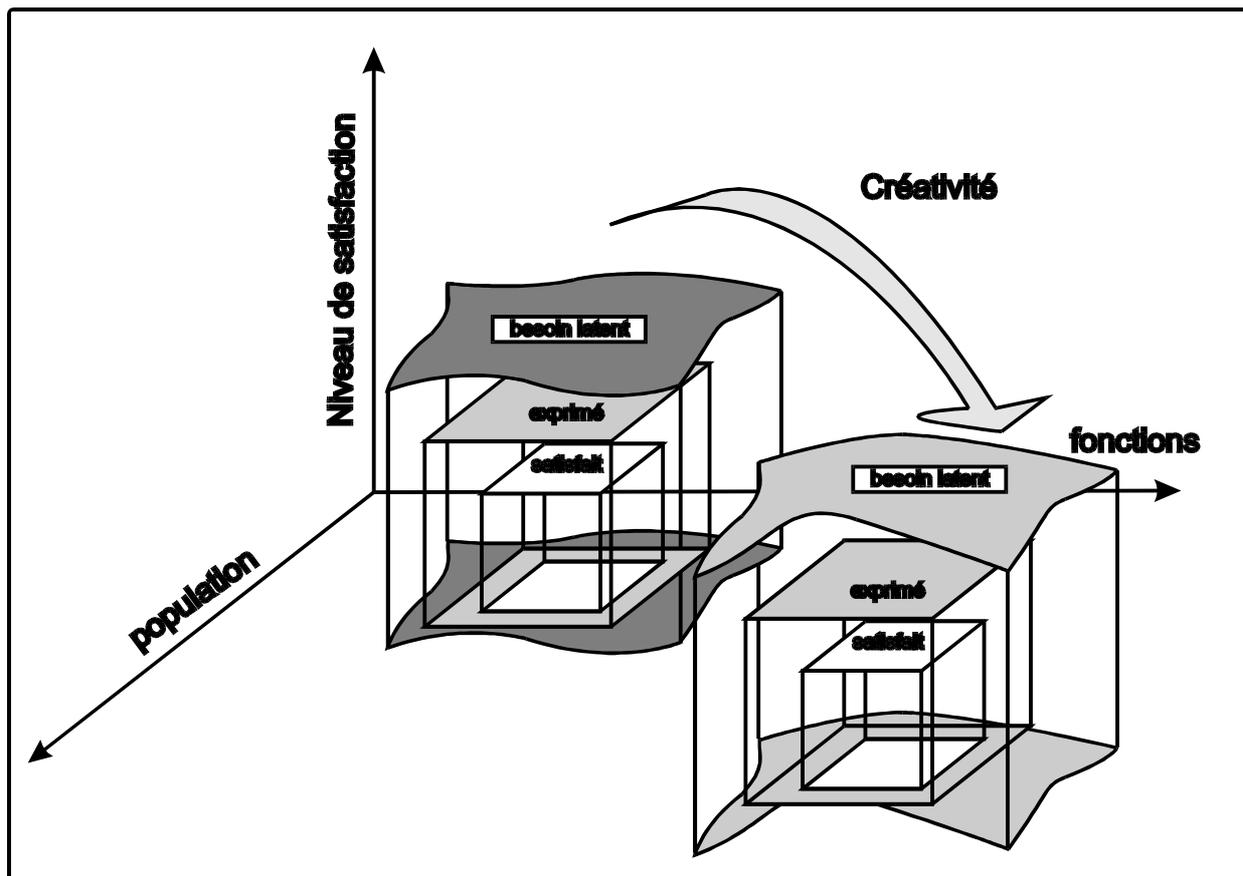


Figure 14 : Innovation majeure : changement de paradigme

L'attrait d'un produit nouveau est lié à l'importance des attentes pour la population d'utilisateurs concernés et au temps de non-« banalisation » par des produits concurrents¹³. Le caractère original du service rendu par le produit nouveau peut permettre, dans un premier temps de répondre de façon imparfaite à des attentes qui n'étaient pas satisfaites jusqu'à présent. Il peut générer d'autre part, de nouvelles attentes (offre créatrice). Mais passé le stade de l'attrait de la nouveauté, la pérennité du produit est liée à la capacité d'évolution de son aptitude à satisfaire au mieux aux besoins des utilisateurs. Par ailleurs, ces besoins s'exprimeront de plus en plus explicitement. Du statut de produit innovant auquel on pardonnera quelques défauts en hommage à ses qualités, il devra rapidement devenir un produit « de Qualité » [AFNOR, (1994)] visant le zéro défaut¹⁴ [CROSBY, (1986)].

¹³ ceci est essentiellement vrai pour les secteurs de marchés ouverts aux innovations. Tous les secteurs ne sont pas ouverts de la même manière aux innovations : la réussite commerciale d'un produit du bâtiment sera souvent moins sensible à l'attrait pour l'innovation que celle d'un produit du secteur des jouets électroniques par exemple.

¹⁴ le "zéro défaut" fait partie des cinq "zéros olympiques" de la recherche de l'excellence, dans le cadre d'une politique de qualité totale. Pour Crosby, le zéro défaut est le "critère de réalisation" et l'axe directeur d'un "programme d'amélioration de la qualité". Le "zéro défaut" n'est pas le "zéro absolu", mais le respect rigoureux de la spécification convenue avec le client ou définie dans le marché, avec une volonté d'amélioration. Cette notion est étendue à d'autres objectifs : zéro panne, zéro délai, zéro stock, zéro papier. On peut ajouter également le "zéro mépris" [SERIEYX, (1989)].

2.5. Les démarches de conception de produit nouveau

Les démarches de conception de produit sont nombreuses [FOUGERAT (1994), AFAV (1994), ARNOULD (1994)]¹⁵. De cette diversité, on peut déterminer deux classes de démarches :

- Les démarches cartésiennes : linéaires, séquentielles.
- Les démarches systémiques : simultanéité, globalité.

De même que pour la modélisation d'un produit, ces deux approches cohabitent souvent dans les entreprises et sont facteur d'ambiguïté et d'incompréhension entre les différents acteurs de la conception de produits. Nous évoquons ici ces deux classes de démarches de Conception de Produits Nouveaux car elles participent à la complexité du processus de conception, et illustrent les difficultés de communication que l'on peut rencontrer dans une entreprise lorsque l'on parle de démarche de conception.

2.5.1. Les démarches « Cartésiennes » : linéaires, séquentielles.

Les démarches Cartésiennes sont basées sur la décomposition des travaux de conception en éléments simples. Ces éléments simples sont étudiés séparément puis réunis de nouveau dans une synthèse. Cette approche aboutit à proposer une démarche de conception décomposée en phases. Ces phases sont elles même décomposées en étapes, voire en sous-étapes jusqu'à la définition de tâches élémentaires [BISSERET, (1987) ; CHANDRASEKARAN, (1990) ; MAHER, (1990)]. Cette démarche descendante propose une planification du projet de type hiérarchique [EASTMAN, (1969), p. 672 ; VISSER, (1987)]. Le recensement de ces tâches élémentaires amène généralement à dresser des listes de documents associés, assurant la traçabilité et le contrôle de la bonne conduite du projet [DUNAUD, (1987) ; CAVAILLES, (1992)]. La conception de produit apparaît alors comme étant un processus linéaire, pour lequel la méthode propose un guide d'utilisation.

Ces démarches sont d'une utilisation souvent efficace pour la conception de produits matériels à forte dimension technologique : les phases et étapes de conception peuvent être définies en se basant sur une décomposition architecturale du produit (LE COQ, 1992) :

- On part de l'énoncé des fonctions du produit,
- Le produit est décomposé en système, sous-système et composants ayant des fonctions élémentaires,

¹⁵ cf. Les travaux du groupe AFAV "Intégration des démarches Qualité dans la conception de produits" avec le soutien du Ministère de l'Industrie - opération "Partenaires pour l'Europe".

- On aboutit progressivement à la définition de solutions techniques permettant de mettre en oeuvre ces fonctions élémentaires,
- Le produit final est recomposé à partir des composants élémentaires.

Dans le cas de produits immatériels, mettant en oeuvre des processus de décision et des facteurs humains, tels que des logiciels ou des systèmes d'information, ces démarches aboutissent à des mosaïques de petits systèmes, qui posent souvent, et de manière plus aiguë que pour des produits matériels, des problèmes de redondances, d'interface et de cohérence globale. De plus, il apparaît lors de la conception de produits nouveaux, que des problèmes non prévus initialement, apparaissent souvent [THOMAS & CARROLL, (1979)], pouvant remettre en cause profondément le projet en cours. L'existence de cette « dynamique » des problèmes de conception est une des causes de contestation de la validité de ce modèle de représentation linéaire de l'activité de conception.

2.5.2. Les démarches systémiques : simultanée et globalité.

Les démarches systémiques proposent de modéliser l'activité de conception en vue d'apporter la connaissance sur la réalité organisationnelle de l'entreprise. Cette activité est comprise comme étant un système s'insérant dans l'ensemble des autres systèmes de l'organisation. Selon DE ROSNAY (1974), un système est *"un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé en fonction d'un but"*.

L'approche systémique est une démarche intellectuelle de réflexion et de synthèse, contrairement à l'analyse qui est une démarche intellectuelle de connaissance. L'analyse aide à distinguer les choses qui ont une nature (ou un aspect) apparemment identique alors que l'approche systémique permet de mettre en évidence ce qui rassemble des choses de nature différente, en dégageant ce qui les lie et les hiérarchise. Elle aide à trouver les "ensembles" et est complémentaire à l'analyse en mettant en évidence ce sur quoi l'analyse doit porter et les limites utiles de l'analyse. L'approche systémique s'intéresse au "quoi faire" plutôt qu'au "comment faire".

Cet apport d'informations extérieures au concepteur ou à l'équipe de conception, peut perturber l'organisation d'un projet. VISSER (op.cit.) montre le caractère qualifié « d'opportuniste » de l'activité de conception : le concepteur procède à des itérations multiples de validation d'hypothèses et de solutions, des interruptions plus ou moins longues dans le cycle de conception, des remises en causes de décisions prises en amont.

Ces dérives par rapport à la planification initiale d'un projet sont à la fois des « défaillances » du système de conception [EASTMAN, (op.cit.)] mais également une preuve de réactivité et d'adaptabilité des concepteurs face à des situations nouvelles.

Cette capacité d'adaptation est particulièrement mise en valeur dans l'approche en Ingénierie Simultanée (traduction de Concurrent Engineering). Une organisation séquentielle et linéaire de l'entreprise industrielle engendre des effets d'entonnoir à chaque phase de conception d'un produit, qui ralentissent considérablement les flux de réalisation et d'information. Pour décloisonner l'entreprise, développer simultanément produit et processus, et plus globalement instaurer un management transfonctionnel pendant tout le processus de conception d'un produit, il a été élaboré le concept de Concurrent Engineering, que l'IDA (Institute for Defense Analyses) désigne comme étant « *une approche systémique qui intègre le développement simultané des produits et des processus associés, incluant la fabrication et le soutien logistique. Cette approche prend en considération dès le démarrage, le cycle de vie du produit depuis sa conception jusqu'à son exploitation, en incluant la qualité, les coûts, la planification et les besoins des utilisateurs* » (IDA Report R-338).

En Ingénierie Simultanée, une activité peut commencer alors que celle qui la précède n'est pas encore terminée (cf.

Figure 15 : du séquentiel vers le simultané [d'après BOURDICHON (1994)], page 40). Ainsi, une partie des tâches sont mises en parallèle, ce qui permet de réduire les délais d'un projet. Chacun dans l'équipe projet doit alors travailler sur des bases non stables, et vérifier régulièrement l'impact du travail des autres sur le sien. Dans ce principe, la notion de phasage est plus souple que dans un processus de conception séquentiel. Les jalons du projet ne sont plus des goulets d'étranglement où toutes les informations doivent converger pour poursuivre vers l'étape suivante. La transition d'une phase à l'autre n'est plus séquentielle. Elle se fait par gel progressif des tâches en amont pendant le démarrage des tâches en aval (cf. Figure 16 : gel progressif des tâches page 40). Ce recouvrement partiel des tâches implique une analyse des risques pris en commençant la tâche aval avant la fin de la tâche amont.

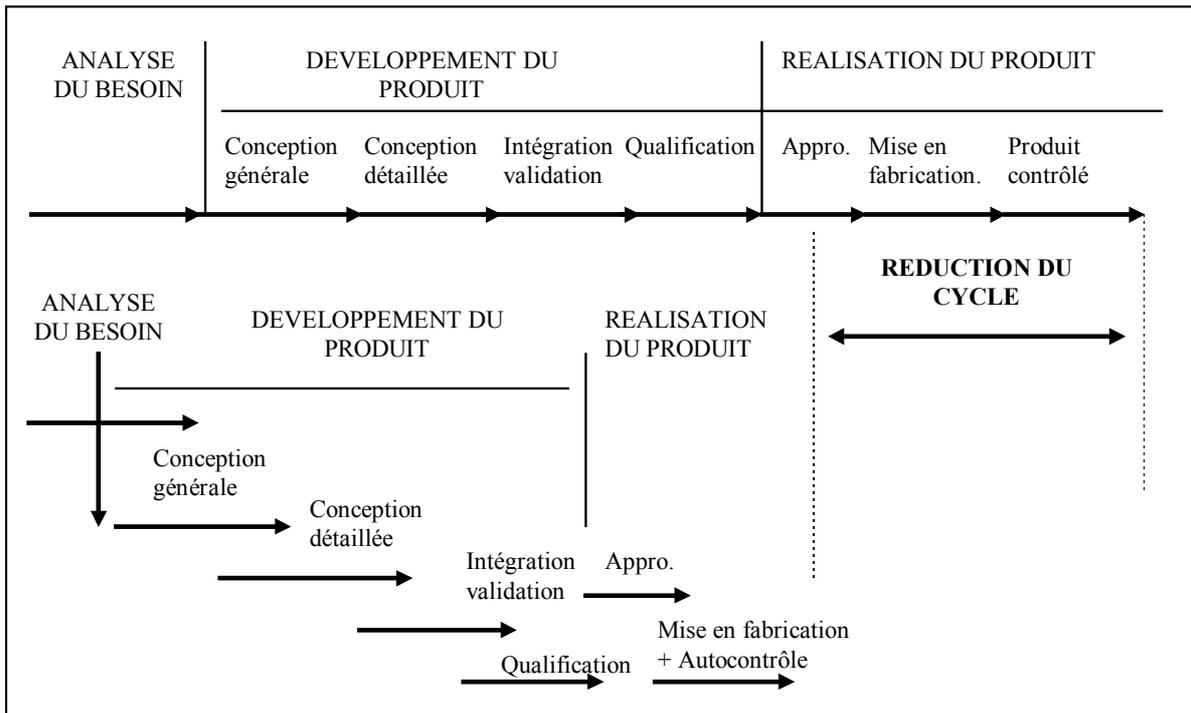


Figure 15 : du séquentiel vers le simultané [d'après BOURDICHON (1994)]

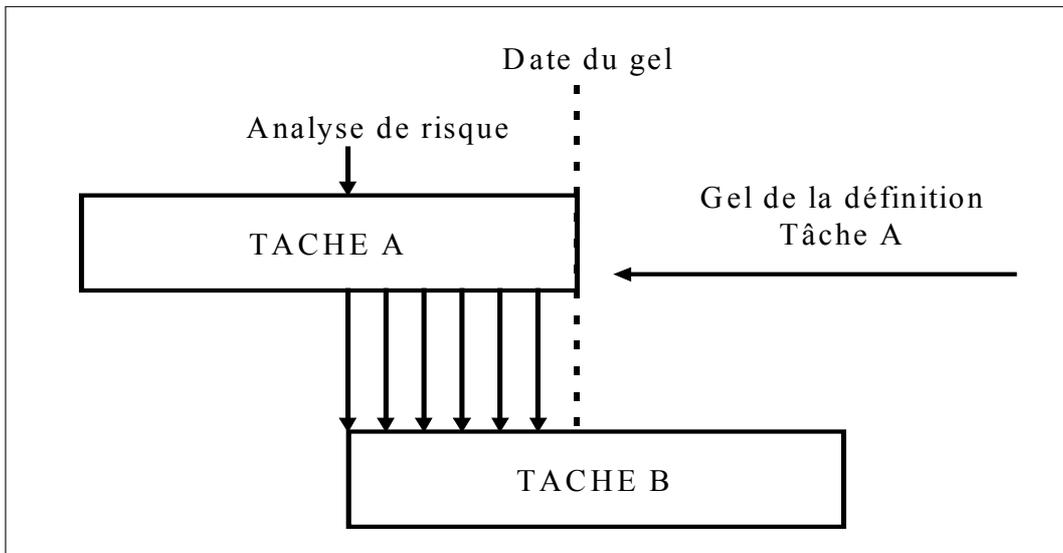


Figure 16 : gel progressif des tâches dans une approche d'Ingénierie Simultanée.

2.5.3. La démarche CPN-ENSAM : une démarche « prescriptible ».

Les travaux menés dans le Laboratoire C.P.N. de l'ENSAM [AOUSSAT, (1990)] ont permis de définir une démarche Projet assurant un enchaînement cohérent des travaux (cf. Figure 17 : démarche C.P.N., page 41).



*Figure 17 : démarche C.P.N.
d'après A. AOUSSAT (1990)*

Cette démarche, mise en oeuvre de manière linéaire, peut être classée dans la catégorie des démarches Cartésiennes, s'appliquant de préférence à des produits matériels. Cependant, cette approche « *plurielle* » démontre la nécessité de prendre en compte de manière combinatoire, un grand nombre de compétences métiers différentes. Ceci afin de générer, confronter, enrichir et évaluer les solutions alternatives d'un problème de conception. La mise en évidence de cette nécessité de la pluridisciplinarité de la Conception de Produits Nouveaux, enrichie par les travaux de LE COQ (1992), RICHIR (1994), MILLET (1995) et de CHRISTOFOL (1995), a permis de proposer des modèles alternatifs, originaux, s'appuyant sur des théories appelées « prescriptives » engendrant des « démarches prescriptibles ». CHRISTOFOL (op.cit.), s'appuyant sur les travaux de PROST (1992, p170) a démontré que ces démarches prescriptibles étaient des enchevêtrements des théories normatives et des théories descriptives¹⁶, permettant d'organiser des démarches de conception qui respecte l'autonomie nécessaire à la créativité de chacun des acteurs, et qui s'adapte aux objectifs et aux données spécifiques du projet.

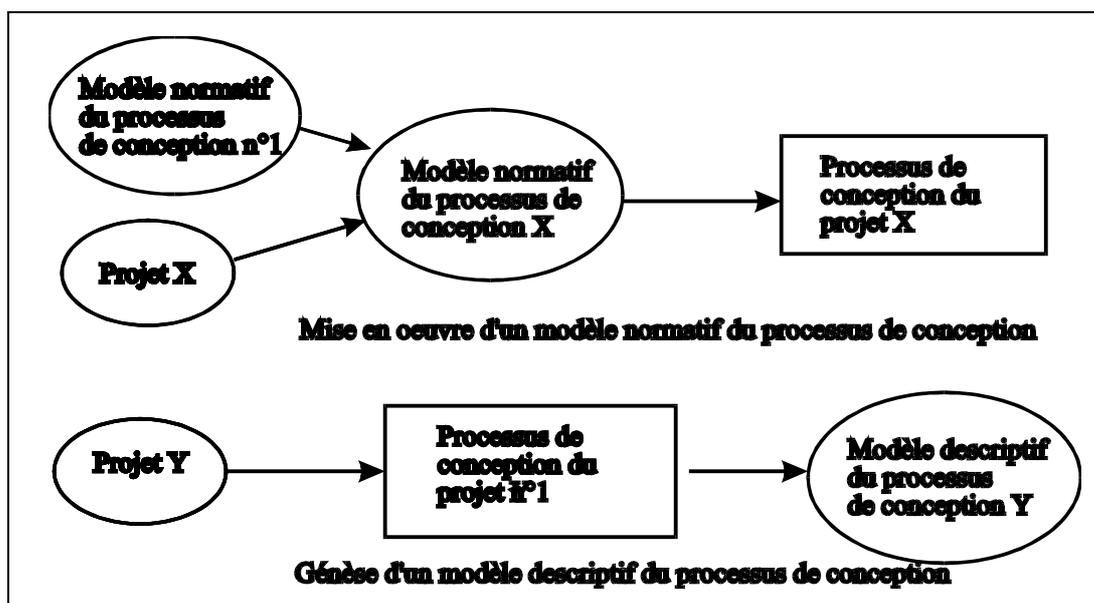


Figure 18 : modèle normatif/modèle descriptif d'un processus de conception

¹⁶ « la conception procède d'un enchevêtrement entre des énoncés normatifs qui fondent la notion de problème et celle de solution, et des énoncés descriptifs et/ou explicatifs qui permettent de développer les dimensions caractéristiques factuelles attachées au problème et à la solution » (PROST, 1992, p.170). Selon CHRISTOFOL, les démarches normatives réduisent l'autonomie des acteurs de la Conception de Produits Nouveaux en les guidant dans leur démarche...Elles brident la créativité en imposant une forme de raisonnement (souvent déductif) ...les modèles descriptifs se proposent d'expliquer le déroulement d'un cas de Conception de Produit en respectant les approches particulières de chacun des acteurs du processus...Mais ces modèles ne sont pas conçus pour organiser a priori une démarche de conception.

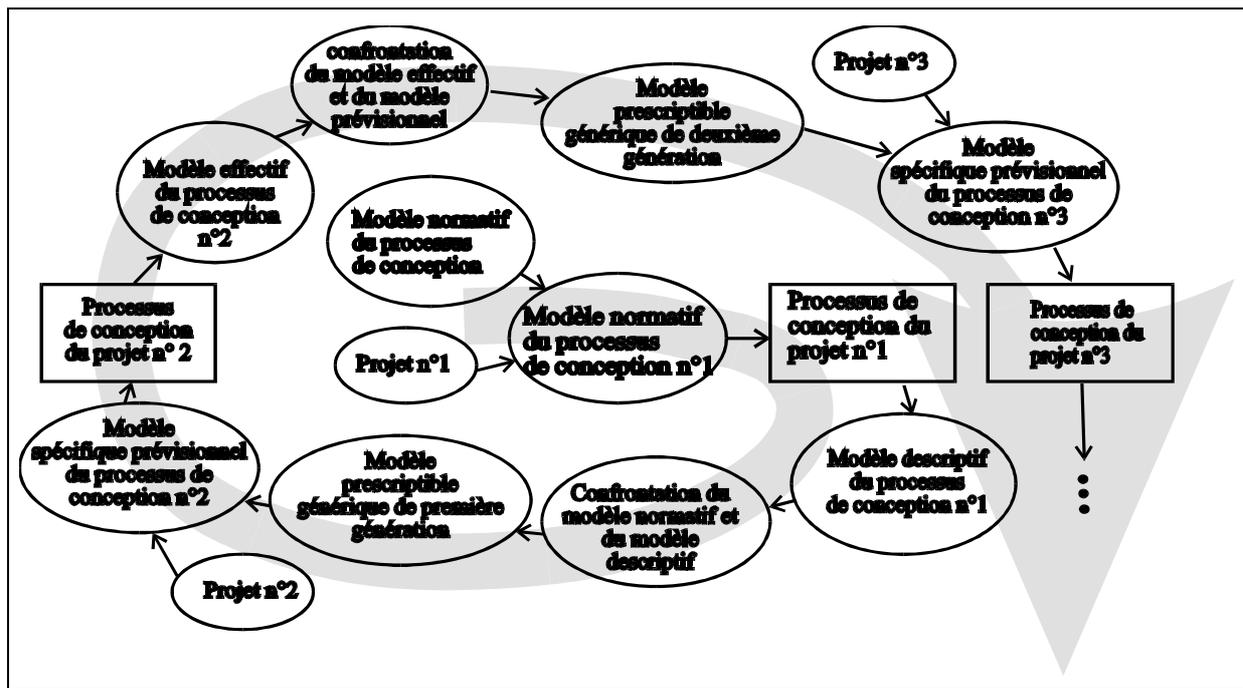


Figure 19 : (re)construction d'un modèle prescriptif du processus de conception au cours de ses mises en oeuvre normatives, de ses modélisations descriptives et de ses (re)modélisations. (d'après CHRISTOFOL, 1995)

La démarche d'AOUSSAT (à laquelle nous adhérons pour avoir participé à son élaboration), doit être réinterprétée à la lumière des travaux récents sur le sujet, comme étant une méthode générale, servant de guide pour la construction d'un scénario de projet. Son phasage ne doit pas exclure des recouvrements de tâches. Les diverses méthodes prescriptibles¹⁷ qui s'y rattachent, la composent et l'enrichissent, mettent en oeuvre des équipes pluridisciplinaires, et rendent cette démarche générale assimilable dans la pratique, à une démarche d'Ingénierie Simultanée. L'intérêt d'une présentation de cette démarche sous forme de phases, est de la rendre très opérationnelle car intelligible pour une équipe de conception et des chefs de projet relativement peu expérimentés en gestion de projet¹⁸. Par contre, la prise en compte des risques, liés aux anticipations de phases, n'est pas formalisée. Or un projet de Conception de Produits Nouveaux présente des risques d'échecs souvent importants, et est soumis à des aléas. Ces aléas peuvent entraîner à plusieurs reprises des réorganisations du projet, (tout en gardant la même trame de base au niveau du phasage du projet). Il nous apparaît qu'il s'agit là d'un manque important en matière de management de

¹⁷ « l'Architecture produit » de LE COQ, (1992) « l'approche singulière » dans le domaine du jouet de RICHIR (1994), « le processus de coloration d'un produit » de CHRISTOFOL, (1995).

¹⁸ Ce qui est souvent le cas dans les projets que nous dirigeons, dans le cadre de la formation de jeunes ingénieurs et dans le cadre d'activités d'assistance technique auprès d'entreprises (en particulier les PME-PMI), pour la Conception de Produits Nouveaux.

projet de Conception de Produits Nouveaux qui suggère un besoin de méthode d'analyse de risque projet aux niveaux préventif et correctif.

2.6. Méthodes et outils de la conception de produits nouveaux

Plusieurs ouvrages et travaux de thèse ont traité ce sujet ces dernières années. Aussi nous nous contenterons de rappeler pour mémoire les principaux outils auxquels nous nous référerons dans la suite de ce document¹⁹. Cette liste n'est pas exhaustive mais elle rappelle la diversité des compétences et des métiers nécessaires à la conception de produits nouveaux. Elle suggère les difficultés de trouver des langages communs entre les partenaires de l'entreprise pour concevoir un produit.

L'analyse fonctionnelle :

L'Analyse Fonctionnelle a pour objet de déterminer les fonctions d'un produit en terme de service à rendre, en dehors de toute référence à des solutions. Elle est réalisée par un groupe de travail pluridisciplinaire et prépare la recherche de solutions.

Le design

La définition donnée par l'ICSID²⁰ du Design Industriel est :

« Activité créatrice dont le but est de déterminer les Qualités formelles des objets produits industriellement. Ces Qualités formelles ne concernent pas seulement les caractéristiques extérieures, mais principalement les rapports de structure et de fonction qui convertissent un système en une unité cohérente tant du point de vue du producteur que du consommateur ».

L'analyse marketing

Le Marketing est un état d'esprit et un ensemble de techniques organisées autour de la difficulté croissante des entreprises à connaître le marché, à s'y adapter, et à agir sur lui. Ces techniques sont les études de marché dans lesquelles on trouve un ensemble d'outils mathématiques et statistiques pour les enquêtes par sondage, les études de motivations ou de comportement d'achat, les panels de consommateurs, les méthodes de prévisions commerciales. Ce sont aussi les méthodes de recherche et de sélection de produits, de fixation des prix, d'organisation du système de distribution. Et enfin, les moyens de communication, avec la publicité et les techniques de vente.

¹⁹ Voir entre autres : R. DUCHAMP, La conception de Produits Nouveaux" HERMES, Paris, 1989.

²⁰ ICSID : International Council of Societies of Industrial Design.