

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ HADJ LAKHDAR « BATNA » FACULTÉ DE TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE INDUSTRIEL



MÉMOIRE DE MAGISTER

Présenté au

Laboratoire d'Automatique et Productique (LAP)

En vue de l'obtention du diplôme de

MAGISTER

Spécialité: *Génie Industriel et Productique*

Par

Fouad LEMMOUCHI

Ingénieur en Génie Industriel

Thème :

*Amélioration continue de la conception
de produit*

Devant le jury :

Président :	Dr : H. SMADI	MC. Université de BATNA
Rapporteur :	Dr : A. MECHENENE	MC. Université de BATNA
Examineurs :	Dr : D. MOUSS	MC. Université de BATNA
	Pr : M. ZOUAOUI	Pr. Université de SETIF

Année universitaire 2011-2012

Remerciements

J'exprime toute ma reconnaissance envers le directeur de ce travail Dr. A. Mechenene pour la rigueur, les nombreuses initiatives et le sens des responsabilités dont il a toujours fait preuve et aussi pour les remarques et conseils qu'il m'a donné dans le cadre de l'examen de ce mémoire.

Je tiens à remercier par ailleurs Monsieur A. LAMRI chef du département Technique du complexe : pelles et grues (CPG) pour son intérêt à mon travail, ses remarques bien vaillantes ainsi que ses conseils qui m'ont été d'une aide précieuse, témoignent de ses qualités scientifiques et humaines.

Mes remerciements s'adressent également à toute l'équipe du Laboratoire d'Automatique et de Productique (LAP) pour leur sympathie et collaboration...

Je tiens plus particulièrement à remercier les membres de jury pour nous avoir fait l'honneur de présence. Ainsi que pour avoir consacré une partie de leur temps précieux pour lire et corriger ce mémoire.

Ma reconnaissance et remerciement vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail tout particulièrement ma femme, Hayder et mes parents qui n'ont pas cessé de me soutenir.

Dédicace

A mon grand père

A mes parents

A ma femme et ma fille

A mes sœurs

A mes frères

A tout ce qui me connaissent

Lemmouchí Fouad

Sommaire :

Introduction.....	4
Chapitre 1 : la conception d'un produit.....	6
1.1. Définition de la conception	6
1.2. Les modèles de la conception (présentation et description)	6
1.2.1. Modèle Ulrich & Eppinger	7
1.2.2. Modèle Stuart Pugh	8
1.2.3. Modèle Pahl et Beitz	10
1.3. Wicked problem	14
1.3.1. Pourquoi wicked problem.....	14
1.3.2. Les caractéristiques de tame problem :	14
1.3.3. Les caractéristiques de wicked problem :	15
1.3.4. Comment traiter ce genre de problèmes ?	16
1.4. La co-evolution des problèmes de conception	17
1.5. Les exigences en conceptions.....	18
Chapitre 2 : Amélioration du processus de la conception	21
2.1. Délimitation du projet.....	21
2.2. Analyse de l'existant	22
2.2.1. Analyse fonctionnelle.....	22
2.2.2. Analyse descriptive	22
2.2.3. Analyse économique	23
2.2.4. Analyse de compétence	23
2.2.5. Analyse de risque	24
2.3. Critique de l'existant	24
2.3.1. Moment opportun pour la critique.....	24
2.3.2. Point de vue des clients	25
2.3.3. Critique des composants participant au processus.....	25
2.3.4. Critique des règles	26
2.4. Choix des objectifs	26
2.5. Formulation des propositions	27
2.6. Réalisation des propositions	29

2.7.	Moyen de réalisation :	29
2.7.1.	Bloc diagramme fonctionnel (BDF) :	30
2.7.2.	Modèle composant, relation, produit (C R P) :	31
Chapitre 3 : Cas pratique		33
3.1.	Présentation de l'entreprise :	33
3.2.	Présentation de la procédure de conception et développement utilisé dans l'entreprise ..	36
3.2.1.	Déroulement :	36
3.2.2.	Sortie d'engins pour essais ..	39
3.2.3.	Documentation du produit fabriqué.....	40
3.2.4.	Diffusion des documents.....	40
3.2.5.	Atelier de tirage	41
3.3.	Présentation et analyse du processus d'amélioration de l'engin 9210 (projet REXROTH9210).....	42
3.3.1.	Environnement de travail	42
3.3.2.	Présentation des phases du projet 9210 ROXROTH sous le logiciel MS PROJECT ..	43
3.3.3.	Analyse du processus d'amélioration de l'engin 9210	43
3.4.	Présentation de la démarche d'aide à l'amélioration continue de la conception	46
3.4.1.	Étude de cas « la pince»	47
3.4.2.	La discussion	59
Conclusion.....		61
Annexes		62
Références bibliographiques		78

Liste des figures :

Figure 1 : Les phases du processus de conception du modèle Ulrich & Eppinger [Ulr 00].....	8
Figure 2:Les phases du processus de conception du modèle Stuart Pugh [Pug 91].....	9
Figure 3:Les phases du processus de conception du modèle Pahl & Beitz [Pah 96]	12
Figure 4:comparaison entre les phases du processus de conception du modèle Stuart Pugh et du modèle Ulrich & Eppinger	13
Figure 5: le processus linéaire traditionnel pour la résolution des problèmes [CON 05].....	14
Figure 6: le plan de l'activité cognitive d'un concepteur [CON 05]	16
Figure 7: Le modèle de la conception co-évolutive [Mar 06].....	17
Figure 8 : les six étapes d'amélioration du processus de conception	21
Figure 9 : Bloc diagramme fonctionnel	31
Figure 10 : Modèle C R P	31
Figure 11: Pelle 9210	42
Figure 12: Ms Project pelle 9210.....	43
Figure 13:Graphique de répartition des phases du projet.....	44
Figure 14: Graphique de répartition des étapes de la phase 1	45
Figure 15: Premier croquis de solution	47
Figure 16: BDF premier scénario	48
Figure 17 : CRP premier scénario	49
Figure 18 : deuxième croquis de solution	50
Figure 19 : BDF deuxième scénario	51
Figure 20: CRP deuxième scénario	52
Figure 21: troisième croquis de solution.....	54
Figure 22: BDF troisième solution	55
Figure 23: CRP troisième scénario	56
Figure 24: les outils utilisés.....	59
Figure 25: notre démarche par rapport aux étapes de l'amélioration du produit	60

Introduction

Dans un marché concurrentiel, les entreprises sont obligées de répondre aux exigences des clients.

Le développement, la reconception ou l'amélioration d'un produit exigent une démarche rigoureuse qui consiste tout d'abord de savoir poser le problème, puis d'analyser toutes les composantes au regard des objectifs recherchés.

Il peut s'agir de :

- l'amélioration nouvelle de produits existants ;
- la modification dans son apparence d'un produit existant ;
- la modification de fond d'un produit existant.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail de recherche.

L'objectif scientifique général de cette étude est de modéliser, implémenter et tester une démarche d'aide à l'amélioration continue de la conception d'un produit.

Il s'agit en effet de proposer une démarche qui se compose de plusieurs outils pour assister les concepteurs dans la formalisation du problème et de solution au cours du processus de conception. Pour cela notre travail se divise en deux parties, partie bibliographique et partie pratique.

Dans la partie bibliographique, on étudie différents modèles de processus de conception de produits industriels existant, les modèles séquentiels et les modèles coévolutifs, On présente aussi les étapes pour améliorer un processus de conception d'un produit telle qu'elles sont proposées par Didier Noyé dans son livre *L'amélioration participative des processus*

Dans la partie pratique nous nous sommes basés sur un exemple de produit industriel, projet REXROTH engin 9210 au niveau du complexe pelles et grues à Constantine, et vu la complexité du produit, nous sommes passés à un produit simple déjà conçu qui est « la pince », sur lequel on essaie de vérifier et de tester la démarche qu'on va proposer .

Chapitre 1 :

La conception d'un produit

Chapitre 1 : la conception d'un produit

1.1. Définition de la conception

La conception d'un produit contient une notion de transformation de l'abstrait au concret, d'une idée à un produit, d'un problème à une solution, du fonctionnel au structurel [Pah 96]

Le métier de la conception est complexe puisqu'il consiste à déployer, associer dans un temps réduit, avec des ressources limitées, un ensemble de savoir-faire qui permettra d'aboutir à un compromis technique acceptable vis-à-vis de critères de performance et de contraintes nombreuses et souvent contradictoires [De 96].

Cette définition résume en quelques mots l'essentiel de la problématique de conception avec ses nombreuses contraintes et le mélange de trois natures de savoirs [Hat 96] : le savoir-faire, le savoir-comprendre et le savoir-combiner.

D'un point de vue plus pragmatique, la conception consiste à définir un objet (produit, service ou procédé) conforme à des exigences décrites dans un cahier des charges (CdC).

Concevoir un produit c'est passer de l'expression d'un besoin à la définition des caractéristiques d'un objet permettant de le satisfaire et à la détermination de ses modalités de fabrication. Le futur produit passe par une série d'état [Jea 98]. La conception en tant qu'activité est une transformation provoquant un changement d'état du produit. Pour Mistree, il s'agit d'un procédé de conversion d'informations qui caractérisent les besoins et exigences pour un artefact en connaissance sur le produit [Mis 90].

Suh définit la conception comme l'interaction entre ce que nous voulons réaliser, et comment nous voulons le réaliser, c'est-à-dire la transformation d'exigences fonctionnelles en paramètres de conception [Suh 90]. Enfin, selon Ullman, la conception est l'évolution technique et sociale de l'information, ponctuée par des prises de décision. Les représentations abstraites évoluent vers un artefact physique [Ull 03].

La conception peut être également vue comme un processus. Un processus de conception est une séquence d'activités de conception, nécessaires pour créer une ou plusieurs représentations du produit [Rey 01]. L'objectif d'un processus de conception est de synthétiser des systèmes qui réalisent les fonctions et les performances désirées [Woo 01].

1.2. Les modèles de la conception (présentation et description)

Depuis les années 1960, plusieurs modèles de processus de conception ont été développés. Les modèles comprennent des étapes qui permettent le développement du produit final.

Les différences entre les modèles du processus de conception d'un produit sont identifiées à partir des activités incorporées dans chaque phase de conception. Cependant, les contenus des modèles sont plus au moins semblables.[Hao 06]

Le succès d'un projet en ingénierie dépend de l'habileté de l'entreprise à répondre aux besoins des clients dans un minimum de temps et de coûts. Pour y parvenir efficacement, l'entreprise usera généralement de méthodologies de conception éprouvées.

Avec une légère différence des termes, la littérature nous confirme que la démarche de projet de conception d'un produit se compose en 4 ou 5 phases.

Dans ce qui suit on va présenter les modèles suivants :

- Modèle T. Ulrich
- Modèle Stuart Pugh
- Modèle Pahl et Beitz

1.2.1. Modèle Ulrich & Eppinger

Le modèle de Ulrich & Eppinger se décompose des phases suivantes (voir figure 1) [Lim 03]:

- **Phase 0 : Planning** – Lancement du projet dont le point de départ contient les éléments tels que la stratégie de l'entreprise, l'évaluation des technologies, l'objectif en terme marketing, etc.
- **Phase 1 : Développement de concepts** – Identification du besoin du marché visé et traduction du besoin inscrits dans le Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF), interprétation du besoin et recherche des concepts, sélection de concepts et validation inscrits dans le Cahier des Charges Concepteurs.
- **Phase 2 : Conception au niveau « système »** - Définition de l'architecture majeure du produit, définition des sous-systèmes et des interfaces, amélioration du design (aspect).
- **Phase 3 : Conception détaillée** – Définition de chaque détail du produit (géométrie, matériaux, ...).
- **Phase 4 : Tests et amélioration** – Tous types de tests (fiabilité, vie, performance, ...).
- **Phase 5 : lancement de la production**

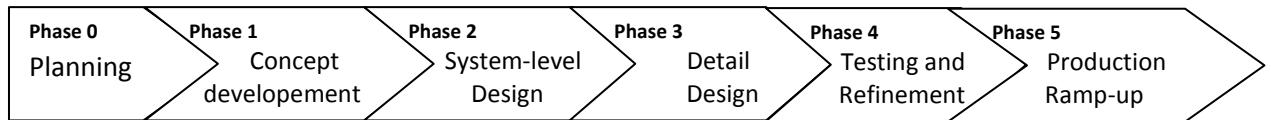


Figure 1 : Les phases du processus de conception du modèle Ulritch & Eppinger [Ulrich 00]

1.2.2. Modèle Stuart Pugh

Le noyau central dans le modèle du processus de conception de Pugh est fondé sur six phases (voir figure 2); les deux de l'extrémité désignent l'identification du besoin du client (market) et la mise à disposition du produit sur le marché (sell) et les 4 autres constituent le noyau de la conception et sont : specification, concept design, detail design, manufacture.

Dans le but d'avoir une liste de spécifications qui tienne compte des besoins de tous les acteurs du processus de conception, chacune des six phases précédemment citée nécessite une équipe pluridisciplinaire pour assurer le recensement des besoins de ses acteurs.

Le modèle explique que les interactions qui ont lieu entre les acteurs du projet sont tracées sur deux niveaux (par exemple entre ...). Ceci dit, les besoins et les contraintes des acteurs ne sont pas traitées en même temps dans le déroulement du processus.

Ces interactions contribuent à mettre au centre des préoccupations les contraintes et les spécifications qui apparaissent durant le processus de conception. Le modèle recommande l'évolution du problème et de la solution mais seules les notions sur la collaboration et les échanges autour des spécifications sont expliquées sans autres détails ou éclaircissement sur la manière dont sont fait les échanges ni sur les activités autour du problème.

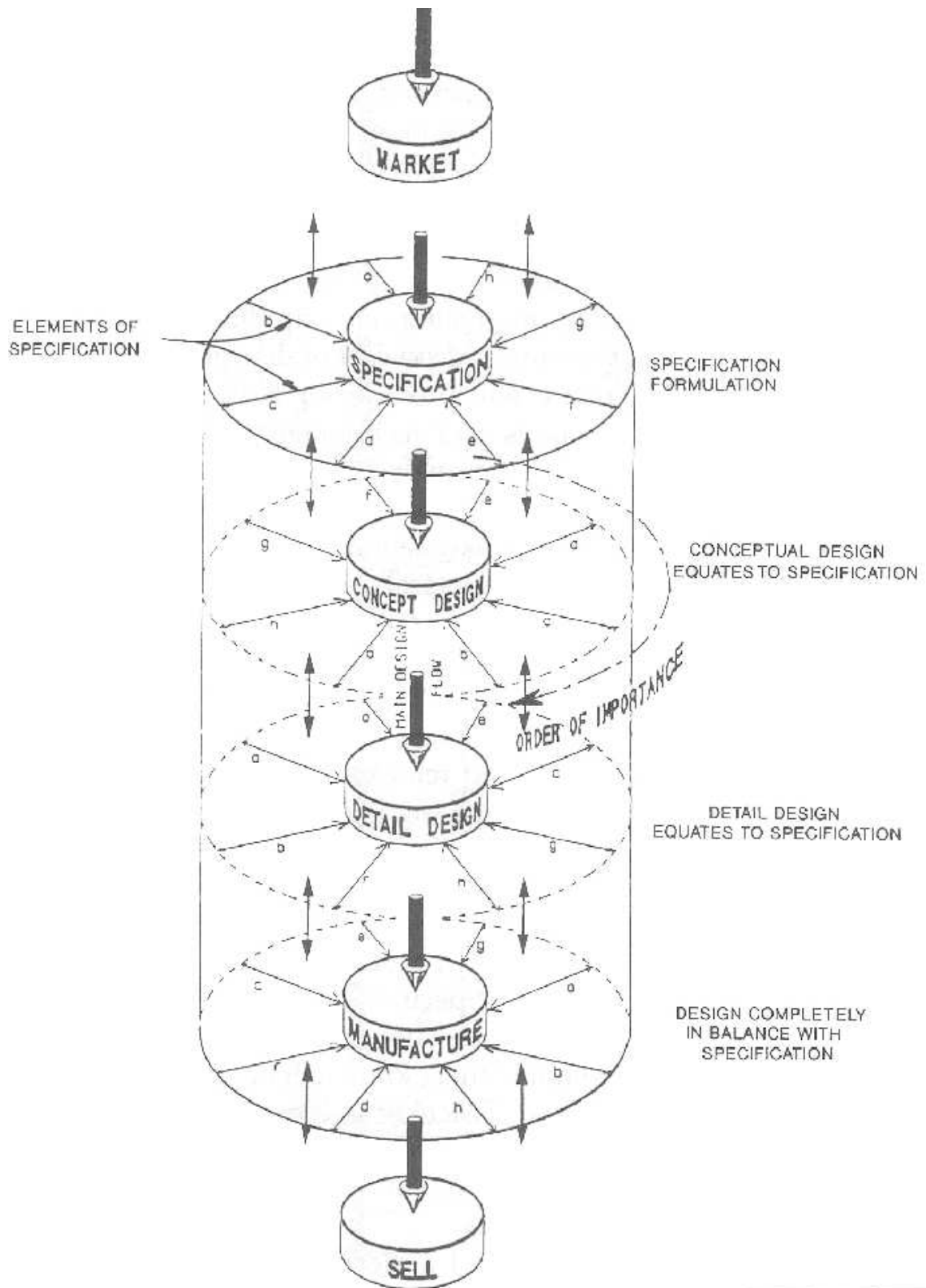


Figure 2: Les phases du processus de conception du modèle Stuart Pugh [Pug 91]

1.2.3. Modèle Pahl et Beitz

Selon l'**approche systématique** décrite par Pahl et Beitz, le but de la conception est de mettre en place une méthodologie compréhensive, pour toutes les phases de conception et développement de systèmes techniques [Pah 96].

Ce modèle prescriptif est issu des directives VDI (Société des ingénieurs Allemands). Sa traduction en anglais et ce vocabulaire ont été adoptés comme une référence, y compris par des normes [Wal 00]. Le processus de conception que ces auteurs décrivent est divisé en phases.

Pahl et Beitz, proposent un ensemble exhaustif de tâches génériques de conception [Pah 96]. Cet ensemble se décompose en quatre grandes phases, chacune correspondant à un niveau de concrétisation du produit (voir figure 3) :

-la première consiste l'élaboration du cahier des charges (*Planning and clarifying the task*),

Durant cette phase, le rôle du concepteur est de récolter et d'analyser les besoins des clients ou du marché et d'identifier les différentes contraintes à prendre en compte tout au long du développement de la conception. Ceci inclut des décisions stratégiques, telles que le type de produit à développer et les procédés de fabrication disponibles, les normes et les directives à prendre en compte, le degré de participation des fournisseurs dans le développement du produit.

Les résultats de cette phase sont :

- une spécification initiale du produit exprimée sous forme d'une liste de fonctions et de caractéristiques que doit remplir le produit,
- un ensemble de contraintes et éventuellement des objectifs de coût, de délai de mise sur le marché et de respect de l'environnement.

- la deuxième phase consiste à la formalisation et spécification des principes (*Conceptual design*),

Durant cette phase conceptuelle, le concepteur va chercher et évaluer des principes physiques envisageables et des pistes de solutions qui correspondent aux besoins fonctionnels identifiés auparavant. Ces principes de solutions correspondent, le plus souvent, à un ensemble de fonctions techniques ou à des schémas et concepts techniques.

C'est au terme de cette phase que naissent les premières représentations graphiques et maquettes du produit. Durant cette phase, le concepteur est amené à proposer et développer des principes de solution, des concepts qui peuvent répondre au problème identifié en première phase.

-la troisième phase : Conception d'ensemble (*Embodiment design*),

Durant cette phase, les concepts associés au produit sont développés par la définition de la description technique complète et de la structure finale du produit. Le concepteur élabore la structure physique du produit par le choix, le dimensionnement et l'agencement d'un ensemble de composants. La solution produite se raffine concrètement par des représentations et des vues géométriques d'ensemble de plus en plus évoluées, par une nomenclature de composants et par une évaluation des coûts. Les concepteurs évaluent souvent plusieurs solutions possibles de structure et d'agencement (architectures) parmi lesquelles sera choisie la plus satisfaisante, suivant des critères économiques et techniques. Enfin, cette variante fera l'objet d'une conception détaillée [Hao 06].

- la dernière phase : Conception détaillée (*Detail design*),

Elle représente la phase finale du processus de conception. Le concepteur définit complètement et en détail chaque composant sélectionné et validé en spécifiant ses dimensions, ses caractéristiques physiques (matériaux), ses schémas et plans détaillés, son coût et une description de son processus d'industrialisation (fabrication, assemblage, distribution). Au terme de cette phase, le produit est entièrement décrit de telle sorte que les informations générées puissent être exploitées par tous les acteurs. Sa définition finale comprend toutes les informations relatives au produit (schémas d'ensemble, plans des composants et pièces, nomenclature détaillée, agencement des composants et évaluation économique) et celles qui décrivent ses modes d'industrialisation (technologie de fabrication, gammes et outils).

Au terme de tout processus de conception, il est souvent question d'une phase de vérification et de validation des résultats. Elle permet en effet de vérifier si le produit répond bien aux spécifications du cahier des charges. Cette phase se traduit souvent par la réalisation d'un prototype physique [Ger 01]. Il est utilisé pour valider la solution avec le client et éventuellement réaliser certains essais. Néanmoins, cette pratique tend à disparaître du fait des coûts et des délais qu'elle engendre. Avec le développement de la

Conception Assistée par Ordinateur (CAO) et de la simulation numérique, le maquetage physique est remplacé par le maquetage numérique [Hao 06].

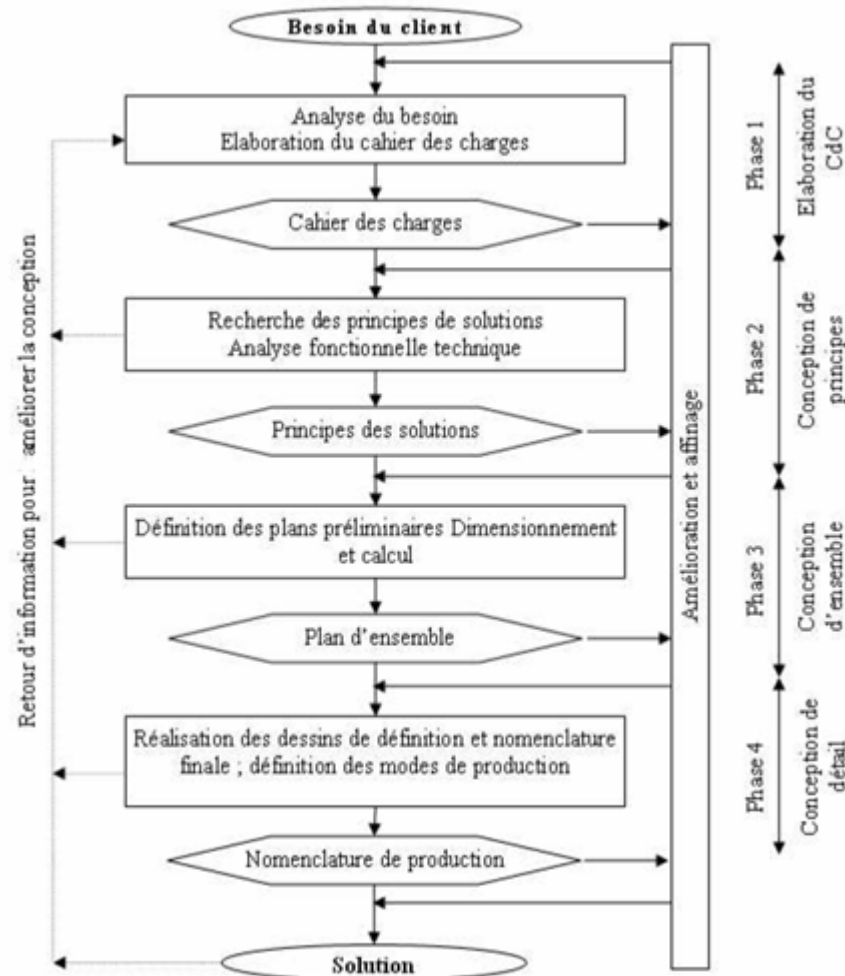


Figure 3: Les phases du processus de conception du modèle Pahl & Beitz [Pah 96]

Après une petite comparaison des trois modèles on remarque qu'ils se distinguent plus par leur terminologie que par leur logique, et qu'il ya certaines différences dans les décompositions proposées. Par exemple : *concept development* du modèle de Ulrich & Eppinger regroupe *specifications* et *concept design* du modèle Pugh (voir figure 4), Par contre le *conceptual design* du modèle de Pahl et Beitz est le même que le concept design du modèle Pugh [Lon 04]

Pahl et Beitz n'ont pas parlé de ce qui suit la conception détaillé par contre les deux autres sont allés plus loin : le modèle de Ulrich inclus le lancement de la production comme une phase de la conception et le modèle de pugh a ajouté une autre phase initiale qui renvoie jusqu'au marché (marketing), [Lem 09]

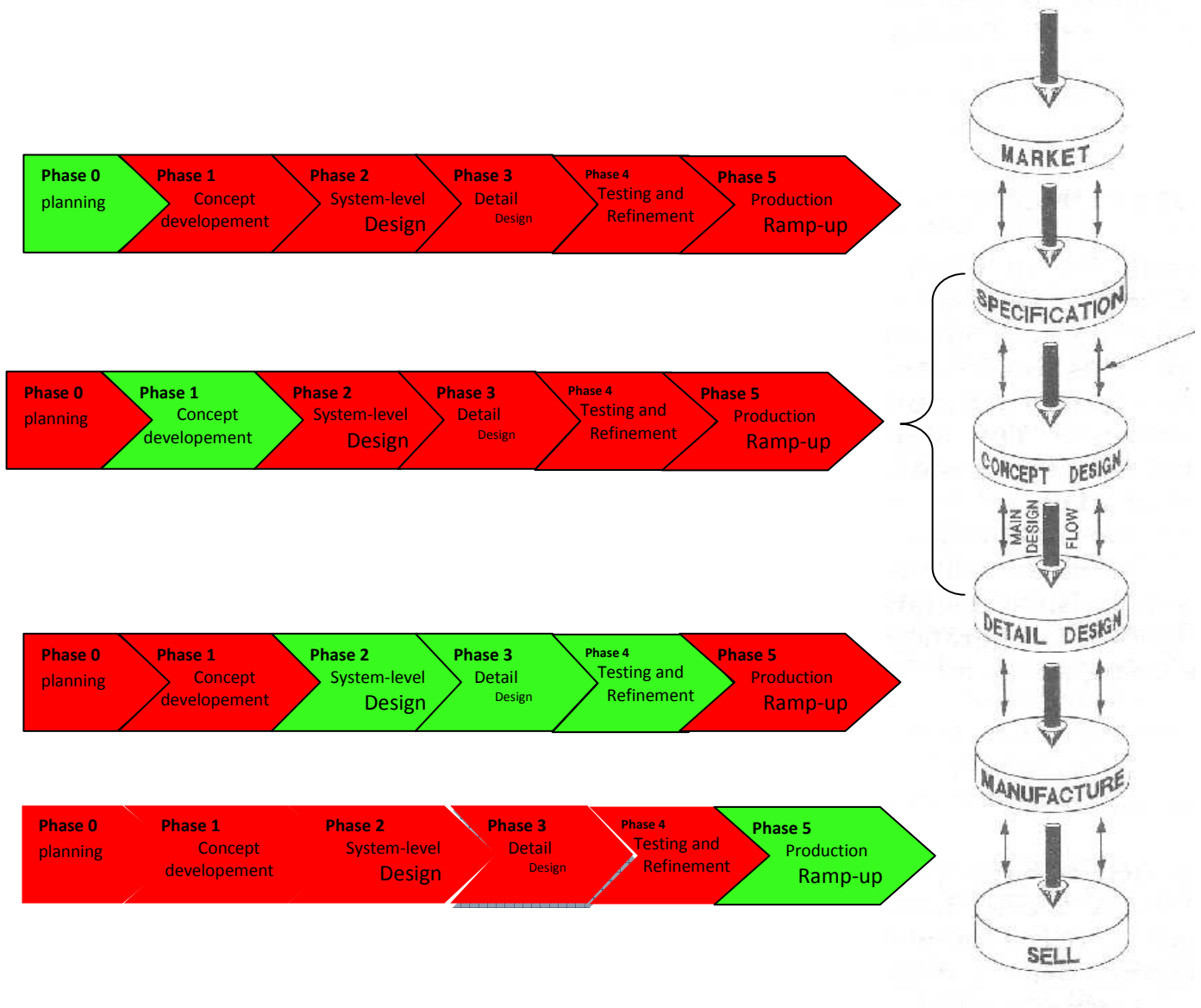


Figure 4: comparaison entre les phases du processus de conception du modèle Stuart Pugh et du modèle Ulrich & Eppinger

1.3. Wicked problem

1.3.1. Pourquoi wicked problem

Selon ce point de vue, dans la conception le concepteur se trouve face à plusieurs problèmes qui ne sont pas structurés. Dans la littérature on trouve ce genre de problèmes sous le nom *wicked problem* c'est quoi un wicked problem ?

Tous les problèmes ne sont pas de type *wicked problem* , il en existe (*tame problem*) qui sont des problèmes structurés. Dans ce deuxième cas le processus linéaire traditionnel (voir figure 5) est suffisant pour produire une solution réalisable dans une tranche de temps acceptable.(Jeff Conklin)

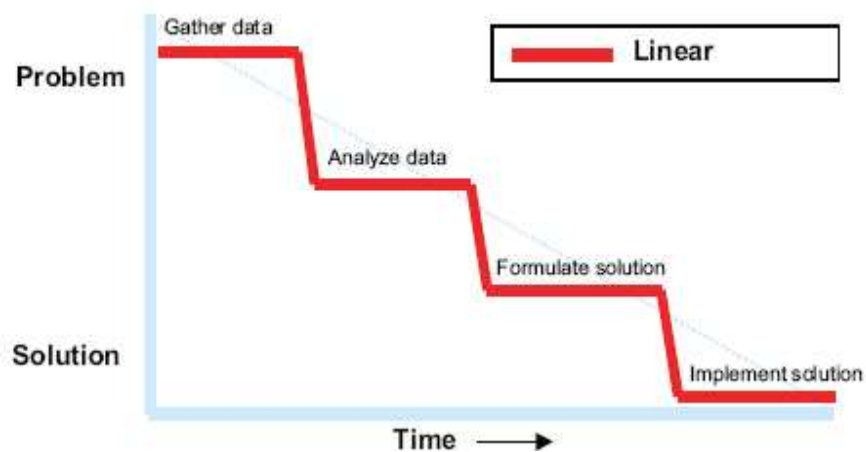


Figure 5: le processus linéaire traditionnel pour la résolution des problèmes [CON 05]

1.3.2. Les caractéristiques de tame problem :

- Il est bien défini et l'énoncé de problème est stable
- Il a un point d'arrêt : on sait bien lorsque la solution est atteinte
- On peut juger la solution objectivement et savoir si elle est fausse ou bien juste
- Il appartient à une classe similaire donc on peut trouver une solution similaire aussi
- On peut essayer des solutions et puis les abandonne sans problème

Pour résoudre un problème structuré *tame problem* on suit l'approche classique qui est basé sur les phases suivantes :

- comprendre le problème
- chercher les informations adéquates
- synthétiser les informations

- trouver des solutions

Par contre pour les **wicked problem** (problèmes non structurés) cette approche ne peut pas marcher car on ne peut pas comprendre le problème sans comprendre le contenu et aussi on ne peut pas trouver des informations sans orientation. On ne peut pas comprendre puis chercher des solutions mais on doit faire les deux en parallèle (voir figure 6).

Les **wicked problem** sont complexes, interactifs et dynamiques et si on veut trouver une solution à un cas on tombe dans d'autres qui ont besoin de solutions. [CON 05]

1.3.3. Les caractéristiques de wicked problem :

- 1- Il n'y a pas une formulation définie du problème car l'information que l'on cherche pour comprendre le problème c'est elle qui résout le problème lui-même
- 2- Il n'y a pas des point d'arrêt dans le développement : Pour un **tame problems** on peut savoir qu'on a trouvé la solution par contre pour un **wicked problem** on ne peut pas savoir si on a trouvé la solution ou non (d'ailleurs existe-t-elle ?)
- 3- Les solutions des **wicked problem** ne sont pas vraies ou fausses, elles sont mieux ou pire
- 4- Il n'y a pas un test final pour la solution d'un **wicked problem** : après l'implémentation de la solution cette dernière va générer des conséquences
- 5- Chaque solution pour le **wicked problem** est le résultat d'une opération unique car on n'apprend pas par essai-erreur chaque cas étant suffisamment spécifique
- 6- Il n'y a pas un nombre fini de solutions possibles pas plus qu'il n'y a un ensemble de procédures d'opérations possibles à planifier
- 7- Chaque **wicked problem** est unique : on ne peut pas classer les problèmes dans des ensembles car chaque problème est unique.
- 8- Chaque **wicked problem** peut être le symptôme d'un autre problème
- 9- L'existence d'une divergence dans un **wicked problem** peut s'expliquer de nombreuses manières. Le choix de l'explication détermine la nature de la résolution de ce problème.
- 10- dans les **wicked problem** la personne chargée de la planification n'a pas de droit à l'erreur ; elle est responsable des conséquences des actions qu'elle génère.

Dans ce type de problèmes les concepteurs commencent par essayer de comprendre et formuler le problème, mais ils se trouvent immédiatement en situation de formuler des solutions potentielles. Ce qui les amène à questionner et à raffiner leur compréhension du problème. Plutôt que d'être ordonné et linéaire, leur pensée ressemble plus au résultat d'un sismographe enregistrant un tremblement de terre important, comme illustré sur la figure (6). Nous nous référons, en accord avec (Jeff Conklin), à ce modèle de raisonnement zigzagant entre problème et solution comme modèle de résolution opportuniste d'une tâche de conception. Ce modèle montre qu'à chaque instant les concepteurs cherchent la meilleure opportunité pour progresser vers une solution. [CON 05]

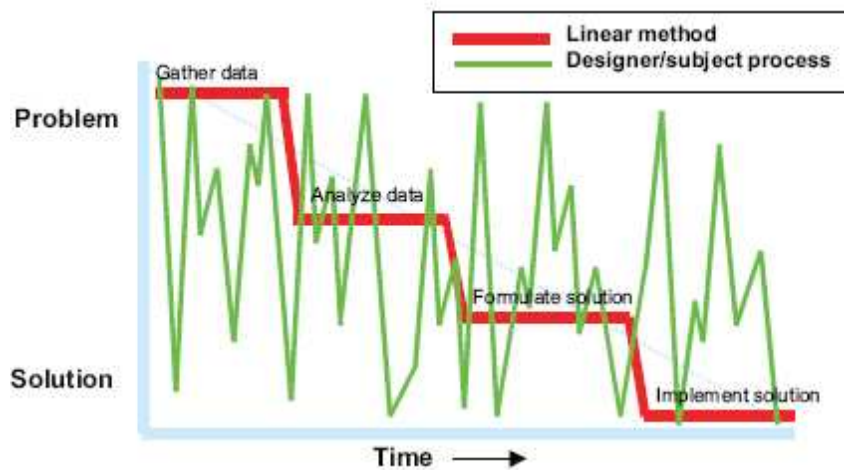


Figure 6: le plan de l'activité cognitive d'un concepteur [CON 05]

1.3.4. Comment traiter ce genre de problèmes ?

Jonathan Rosenhead (1996), présente les critères suivants pour traiter ce genre de problème [RIT 08]:

- il faut trouver beaucoup de solutions plutôt qu'une seule et unique solution
- travailler en groupe est mieux que de travailler seul
- générer de la propriété de la formulation du problème en de la transparence
- faire une représentation facile du problème
- se concentrer sur des rapports entre les solutions de rechange discrètes plutôt que des variables continues
- Se concentrer sur la possibilité, plutôt que la probabilité

Dans tous les cas, et même dans le cas des 'wicked problem' il existe un découpage en phases assez semblable et nécessaire, qui provient d'un besoin de segmenter le temps et de prévoir des étapes de validation. Chacune des phases se termine en effet par des choix et des décisions [Qua 94]. Ce qui diffère surtout, ce sont les contenus des représentations intermédiaires du produit.

Qu'il s'agisse d'une approche séquentielle ou simultanée, la conception est en effet toujours séquencée en phases; mais l'on procède à un chevauchement des phases dans le deuxième cas [Vad 96].

1.4. La co-evolution des problèmes de conception

Dans sa thèse Pierre LONCHAMPT [Lon 04], a expliqué la relative non-adéquation des modèles séquentiels avec les processus réels de conception à la fois par les caractéristiques des problèmes de conception [SIM81] et par l'aspect intrinsèquement multidimensionnel du processus de conception. Et il a montré que les aspects évaluatifs du processus de conception, et la nature itérative de ce processus.

MARY LOU MAHER a proposé un modèle co-évolutif du processus de conception

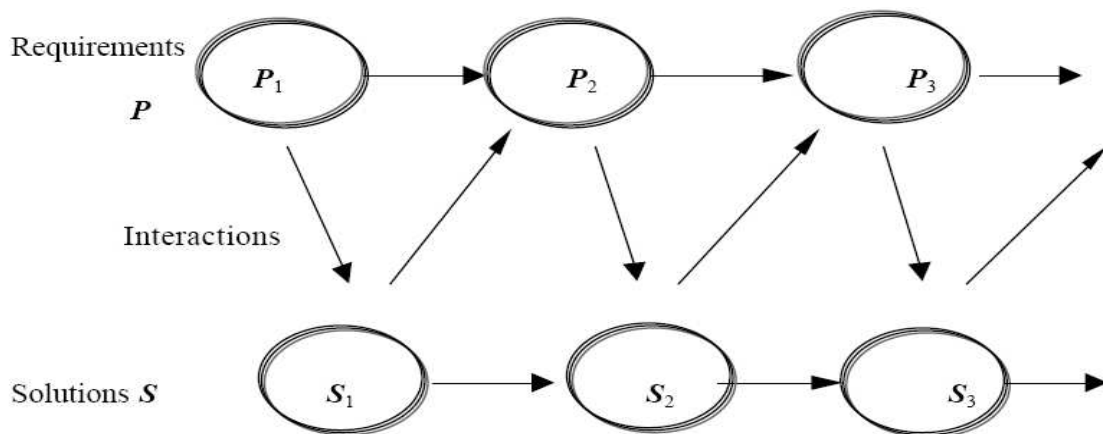


Figure 7: Le modèle de la conception co-évolutive [Mar 06]

Le modèle de la conception co-évolutive proposé par Maher est illustré sur la figure (7). P représente l'espace des problèmes et S celui des solutions. Les interactions entre les deux espaces se produisent lors du changement du centre d'intérêt de la recherche, par passage des variables d'un espace à l'autre. La flèche de haut en bas correspond à l'évaluation d'une instance de S (par exemple $S1$) en utilisant une instance de P (par exemple $P1$) en tant que source de base ou référence. Si aucune solution satisfaisante n'est trouvée avec les

conditions indiquées par P1, l'espace de solution devient la base de réflexion (par exemple l'instance S1) qui conduit à interroger la formulation du problème (conduisant par exemple l'instance P2) dans l'espace de problème.

La flèche ascendante correspond à l'évaluation de **P** en utilisant **S** comme source d'orientation. Ensuite recherchant des conditions appropriées dans l'espace de problème, le nouvel espace de conditions (P2) devient la base de l'orientation pour la recherche d'une solution (Maher et Poon, 1996). L'interaction entre les espaces peut inclure des variables de transfert d'un espace à un autre.

1.5. Les exigences en conceptions

Une exigence en conception est ce qu'une personne exige du futur produit. Lorsque l'on entend « exigences en conception » on pense alors directement aux exigences du client. Mais en réalité il y a plus que ça. Il y a par exemple les exigences relatives aux besoins techniques des différents métiers participant à la conception, les exigences de sécurité imposées par les normes, les exigences économiques associées à la pérennité de l'entreprise, etc.

Nous faisons l'hypothèse que toutes ces exigences sont amenées à être explicitées, traduites, sous une forme fonctionnelle dans le CdCF et que ce document peut être considéré comme un outil d'expression du problème.

Une recherche bibliographique nous montre que le CdCF n'exprime que des exigences de résultats et, en principe, aucune exigence de moyens. Il est rédigé indépendamment des concepts de solutions envisageables afin de laisser le plus grand éventail possible aux concepts pouvant répondre au besoin [Cav 95].

Le CdCF regroupe tous les résultats des études de besoins perçus (études de marché, études d'évolution du besoin, etc.) en amont de la définition des principes de solutions techniques

Il permet, c'est du moins notre hypothèse, d'exprimer ou de traduire le besoin de l'utilisateur dans un langage technique des concepteurs. Mais il ne permet pas de prendre en compte les attentes ou besoins des acteurs associés au développement technique, économique, ... du produit.

Alors, où (dans quel document) peut on trouver l'ensemble de ces exigences ?

Une réponse possible est dans la Spécification Technique de Besoin (STB)

La STB est constituée de quatre parties permettant d'exprimer [Sca 04] :

- **Les exigences fonctionnelles** associées aux divers profils de mission prévus dans les diverses situations d'emploi du profil de vie. Les caractéristiques fonctionnelles du produit devront répondre à ces exigences.
- **Les exigences de sûreté de fonctionnement** associées à l'aptitude à disposer des caractéristiques fonctionnelles du produit au moment voulu, pendant la durée prévue, sans dommage pour lui-même et son environnement. Ces exigences sont exprimées en termes de fiabilité, de maintenabilité, d'aptitude au soutien, de disponibilité, de sécurité, de survivabilité, de durée de vie, etc.
- **Les exigences concernant la conception et la production**, liées à des limitations de liberté de conception et de production. Ces limitations peuvent porter sur :
 - la fourniture de constituants sous la responsabilité du client;
 - les solutions techniques interdites;
 - les composants normalisés à utiliser et les listes préférentielles applicables;
 - les documents normatifs à caractère technique, industriel et/ou logistique;
 - Les interfaces entre le produit et l'extérieur. Ces exigences peuvent être regroupées dans un document annexe souvent appelé "spécification d'interfaces".
- **Les exigences concernant la qualification et l'acceptation** liées aux justifications à apporter au client par le fournisseur [Sca 04].

La qualification est l'ensemble des tâches qui concourent à fournir des preuves, en se basant sur des justifications théoriques et expérimentales, que le produit défini répond au besoin spécifié et est productible [AFN 92].

Chaque exigence est formulée sous forme d'une règle, d'une contrainte pouvant être évaluée. Même si la liste de règles est incomplète, les auteurs précisent que cela peut suffire pour permettre de développer différentes configurations.

Toutefois, le concepteur peut être amené à exprimer lui aussi des critères de qualification de la conception, car pour vérifier la satisfaction à une exigence, il peut mettre en place des indicateurs non exprimés par le cahier des charges; ce sont des informations qui ne sont pas directement utiles au client ou à l'utilisateur final.

Chapitre 2

Amélioration du processus de la conception

Chapitre 2 : Amélioration du processus de la conception

Didier Noyé dans son livre *L'amélioration participative des processus* a proposé la démarche suivante (Figure 8) pour améliorer un processus de conception d'un produit

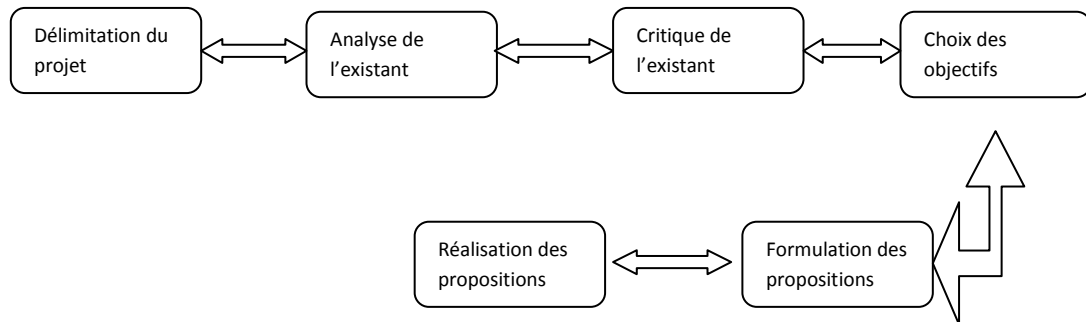


Figure 8 : les six étapes d'amélioration du processus de conception

2.1. Délimitation du projet

L'idée d'améliorer un processus ne naît pas par hasard : elle émane soit de critiques, soit de décisions générales de changement, qu'il importe de prendre en compte pour guider les efforts. Il convient de s'assurer qu'il est important pour l'entreprise d'améliorer tel processus.

Par ailleurs, il faut essayer de reconnaître le terrain à l'avance, avant de se lancer dans un projet de réformes qui risque de durer longtemps et d'engendrer des dépenses importantes.

C'est pourquoi une pré-étude s'impose, préalablement à l'amélioration proprement dite d'un processus.

L'objet de cette phase initiale est de déblayer le champ d'investigation en un minimum de temps, c'est-à-dire :

- Cerner les limites de l'action à mener (les différents processus de l'entreprise étant souvent imbriqués au point qu'il est difficile de les dissocier),
- Situer les attentes des clients du processus et leur niveau de satisfaction actuel,

- Identifier les orientations préexistantes (notamment les consignes générales de la direction),
- Repérer les principales contraintes « résultats obligés, limites budgétaires, etc. »),
- Préciser les conditions générales du projet d'amélioration du processus. [Noy 02]

2.2. Analyse de l'existant

2.2.1. Analyse fonctionnelle

Un processus peut d'abord être représenté comme un ensemble de fonctions harmonisées, chacune servant à satisfaire un besoin particulier dans le contexte global que représente la finalité commune, une première forme d'analyse consiste donc à inventorier les fonctions existantes pour apprécier leur pertinence.

En ce qui concerne les fonctions de production, qui sont en relation directe avec les éléments extérieurs au processus, on peut appliquer la méthode de la « boîte noire », qui consiste à les identifier par rapport aux besoins de l'environnement.

Le premier élément de l'environnement est « l'utilisateur », celui qui exploite le résultat du travail effectué dans le cadre du processus. Ce « client » doit être satisfait en priorité. Cela suppose de faire un effort important d'écoute des clients du processus afin de bien identifier les besoins qui existent et qui évoluent.

Mais l'environnement du processus peut être constitué d'éléments divers :

- Des personnes (prestataires de services, collaborateurs et clients de l'entreprise, etc.),
- Des supports d'informations (formulaires à remplir, fichier à tenir à jour, etc.) ;
- Des objets (locaux, chariots de manutention, etc.),
- Des règles (lois, clauses contractuelles, etc.),
- D'autre processus (processus juxtaposés avec lesquels il faut être en cohérence).

Vis-à-vis du processus, chaque élément exprime des besoins qui sont satisfaits plus ou moins complètement par les fonctions en place. [Noy 02]

2.2.2. Analyse descriptive

Un processus doit encore être étudié au plan de sa réalisation matérielle, en observant comment sont réalisées physiquement les opérations qui le constituent :

- Actions effectuées,

- Acteurs concernés,
- Moyens utilisés,
- Déplacements dans l'espace et dans le temps.

Un outil très utile pour une telle description est le diagramme de circulation qui représente les traitements successifs en utilisant comme fils conducteurs les différents supports mis en jeu (pièces usinées, documents rédigés, etc.).

Pour bien cerner un processus, il faut mesurer les différentes grandeurs qui le caractérisent :

- Nombre d'opérations quotidiennes,
- Délai d'exécution d'un traitement,
- Taux d'erreurs,
- Etc. [Noy 02]

2.2.3. Analyse économique

L'efficacité d'un processus ne s'apprécie pas dans l'absolu, mais en fonction des dépenses à consentir pour l'obtenir.

En effet, l'objectif qu'on se fixe représente un compromis entre des orientations plus ou moins contradictoires et des contraintes, au premier rang desquelles figure presque toujours le budget.

Il faut donc mesurer les coûts engendrés par un processus (dépenses d'investissement et dépenses de fonctionnement) ; à la fois pour en compléter l'évaluation et pour pouvoir estimer les économies ou les charges supplémentaire apportés par les améliorations envisagées.

Dans la pluparts des cas, les informations requises ne pourront être fournies directement par la comptabilité, car celle-ci mesure les charges globales au niveau de l'entreprise (comptabilité générale) ou au niveau des centres d'activités (comptabilité analytique), alors qu'un processus est généralement réparti sur plusieurs sections.

On est donc conduit à reconstituer synthétiquement les charges liées au processus, en mesurant les différentes unités d'œuvre qu'il consomme et en les valorisant au moyen de coût standard. [Noy 02]

2.2.4. Analyse de compétence

Il peut être utile d'identifier pour un processus quelles sont les compétences en jeu : les compétences requises pour la bonne marche du processus, les compétences disponibles chez les acteurs du processus. Certains dysfonctionnements peuvent s'expliquer par un

décalage entre ce qui est requis et ce qui est disponible. Par ailleurs, une réorganisation du processus peut être l'occasion d'agencer autrement les activités, de faire des regroupements, de demander à une personne d'élargir son champ d'intervention en ayant une plus grande polyvalence et une plus grande responsabilité.

Pour réaliser cette analyse de compétence, il convient de partir de la description des activités. Un premier niveau d'analyse consiste à mettre en regard de chaque activité une compétence exprimée en terme de : « être capable de ... » [Noy 02]

2.2.5. Analyse de risque

La notion de risque correspond aux écarts non conformes, aux défaillances qui pourraient se produire.

L'analyse des risques qui concernent le processus permet d'orienter les mesures à prendre afin de consolider ce processus. Si des règles complémentaires doivent être formalisées, cela concerne avant tout les aspects pour lesquels il existe un risque.

Le repérage des risques se fait en considérant l'environnement du processus. L'observation de ce qui change dans cet environnement peut mettre sur la piste de certains risques, parce que les demandes évoluent les aléas changent de nature...

Mais le repérage des risques se pratique surtout à partir de l'observation du déroulement passé et présent du processus. Les dysfonctionnements plus ou moins répétitifs nous renseignent sur l'existence de risque pour l'avenir, en particulier si les causes de ces dysfonctionnements n'ont pas été durablement éliminées. Cette recherche peut se faire en identifiant des sources de défaillances. [Noy 02]

2.3. Critique de l'existant

2.3.1. Moment opportun pour la critique

Les analyses précédentes révèlent petit à petit des erreurs ou des lacunes dans le processus, germes des mesures d'amélioration qui suivront.

Toutefois, même si l'on est généralement pressé d'aboutir, il est très important de bien marquer la différence entre les deux étapes successives :

- L'analyse, qui doit être une « photographie » aussi objective que possible de l'existant (ce qu'il est, et non pas ce qu'il devrait être),
- La critique, qui ne doit commencer que lorsqu'on possède une vue d'ensemble du processus.

En effet, l'organisation qui fonctionnent à un moment donné résulte de compromis entre différents impératifs, souvent contradictoires et difficiles à identifier (notamment lorsqu'ils émanent de problèmes anciens), de sorte qu'un aspect du processus qui choque à un certain stade de l'étude peut très bien s'expliquer par une contrainte découverte plus tard.

Par exemple, la codification qui précède un traitement en informatique peut sembler anormalement compliquée tant qu'on n'a pas connaissance d'exploitations statistiques très utiles qui en sont l'aboutissement.

C'est pourquoi il faut s'astreindre à ne formuler aucune critique tant qu'on n'est pas capable d'une synthèse globale des observations effectuées. [Noy 02]

2.3.2. Point de vue des clients

La première chose à faire est de prendre en compte les critiques exprimées par les clients du processus. Encore faut-il avoir favorisé cette expression et faire pénétrer la voix de ces clients (quels sont les problèmes pour les clients ? comment les formulent-ils ? est-ce fondé sur des faits ? Comment hiérarchiser ces attentes ?).

Les problèmes identifiés doivent être l'objet d'une analyse en appliquant les méthodes de résolution de problème. Rappelons que dans une démarche de résolution de problèmes, une grande vigilance est nécessaire pour les points suivants :

- Recueillir et organiser les informations sur les faits pour situer le cœur du problème,
- Analyser les causes, rechercher les causes profondes, vérifier les hypothèses sur les causes. [Noy 02]

2.3.3. Critique des composants participant au processus

Une série de critiques possibles concerne la qualité de chacun des composants qui interviennent dans le processus, pas toujours suffisante pour le niveau de performance espéré :

- Personnel incomplètement formé,
- Chaînes informatiques de conception trop ancienne,
- Matériel mal adapté à certaines tâches,
- Locaux trop petits,
- Etc.

Cette approche consiste donc à reprendre la liste des composants et à vérifier si chacun est bien apte à remplir les fonctions pour lesquelles il est sollicité. Assez facile en apparence, ce travail peut cependant poser quelques problèmes si l'on veut se montrer précis, notamment en faisant ressortir un rapport « coût/prestation », plus significatifs qu'une

observation purement qualitative. Par exemple, si l'on estime qu'un taux d'erreurs est trop élevé, il faut s'efforcer de le traduire en pertes financières pour l'entreprise, ce qui n'est pas toujours simple. [Noy 02]

2.3.4. Critique des règles

Une autre série de critiques possibles concerne les règles appliquées dans le déroulement du processus :

- Obscurité dans la logique de certains choix,
- Redondance de certaines opérations,
- Insuffisance des contrôles,
- Mauvaise distribution des informations,
- Etc.

Considérées comme plus aléatoires que les précédentes, donc plus difficiles à réaliser, ces remarques peuvent être rationalisées si l'on utilise le modèle de processus efficace présenté plus haut : en comparant la situation existante au schéma théorique, on peut vérifier, d'une part, si toutes les fonctions nécessaires sont bien présentes et, d'autre part, si la manière dont elles sont articulées entre elles et leur degré de perfectionnement permettent d'effectuer, avec toute la rigueur souhaitable, les opérations d'exécution, de pilotage et de modification. [Noy 02]

2.4. Choix des objectifs

Après la critique, on est tenté de passer immédiatement aux mesures d'amélioration qu'elle induit. Toutefois, ces réformes supposent des efforts et des dépenses qu'il faudra d'abord justifier auprès d'un décideur, d'où la nécessité de préciser, au départ, les buts poursuivis afin de formuler clairement les termes du « contrat ».

En premier lieu, il faut définir les objectifs impératifs, c'est-à-dire ceux qu'il faut obligatoirement atteindre pour pouvoir prétendre à un succès :

- Capacité de traitement plus importante,
- Délais d'exécution raccourcis,
- Taux d'erreurs ramené à un niveau acceptable,
- Etc.

Il faut ensuite établir une liste d'objectifs souhaitables, correspondant aux avantages qu'on peut espérer obtenir à l'occasion des réformes envisagées :

- Ambiance de travail plus agréable,
- Risques moins importants,

- Connaissances accrues dans des techniques nouvelles,
- Etc.

Tous ces effets ne présentent évidemment pas un intérêt égal et il faut donc les hiérarchiser, par exemple, en les notant de 1 à 5.

Enfin, il faut préciser les limites à respecter, en inventoriant toutes les contraintes.

En effet, ce serait une perte de temps que de s'aventurer dans des changements fondés sur des hypothèses utopiques (machine non encore inventées, nouvelle législation incertaine, etc.), d'où l'intérêt de spécifier le cadre des investigations :

- Budget disponible,
- Locaux utilisables,
- Réglementation imposée,
- Etc. [Noy 02]

2.5. Formulation des propositions

Après avoir critiqué l'existant et défini les objectifs vidés, on peut concevoir assez facilement une série d'améliorations à apporter au processus étudié.

Il reste à transformer cette liste en un ensemble de propositions cohérentes qui seront soumises au décideur.

A ce stade, il faut prendre garde de ne pas se précipiter vers des solutions « évidentes », car il y a toujours plusieurs façons de résoudre un problème et la première idée qui vient à l'esprit peut, le plus souvent, être bonifiée par une réflexion plus poussée. Une réflexion a été conduite sur les faiblesses du processus et sur les causes de ces faiblesses. Il est important que les solutions construites soient des réponses aux causes des faiblesses décelées.

Il ne faut pas hésiter à faire de la créativité pour imaginer des solutions nouvelles lorsque c'est opportun. Les modifications peuvent prendre des formes variées. Il est fréquent de mettre au point des modifications qui font appel à certains des procédés décrits ci-dessous :

- Suppression de tâches qui sont sans création de valeur,
- Regroupements de tâches et suppression de temps d'attente,
- Elargissement des tâches et des responsabilités des collaborateurs,
- Un seul interlocuteur par client, prise en charge globale du client,
- Développement de la multi compétence et de la polyvalence de chacun,
- Développement de l'autocontrôle par l'équipe qui prend en charge le processus,

- Réduction du nombre d'intervenants sur le processus et suppression de duplications,
- Suppression de contrôles inutiles,
- Suppression de goulots d'étranglements qui freinent les flux du processus,
- Mise en parallèle de certaines activités pour raccourcir les délais, développement de l'anticipation,
- Utilisation d'autres moyens pour une meilleure qualité, un moindre coût ou un délai plus court,
- Informatisation de certaines activités, mise à disposition d'information pour tous (réseau, banque de données...),
- Mise au point de variantes du processus correspondants à des situations multiples selon différents niveaux de complexité,
- Mise en place de nouveaux modes de régulations et de rétroaction rapide,
- Extension du processus vers les fournisseurs ou vers les clients, avec mise en place d'une organisation commune et d'un fonctionnement simplifié.

Au-delà de l'amélioration, l'ampleur des transformations peut représenter une véritable reconception du processus.

Une démarche efficace consiste ici :

- 1) à exprimer le plus grand nombre possible de suggestions sur chaque point à perfectionner, sans retenue et collectivement de préférence, pour favoriser la créativité (par exemple, sous la forme d'une séance de remueménings),
- 2) à comparer chaque idée émise avec les objectifs afin de sélectionner les seules formules répondant aux critères obligatoires (objectifs impératifs atteints, contraintes respectées),
- 3) à évaluer chaque proposition retenue selon les avantages particuliers qu'elle peut apporter (degré de satisfaction par rapport aux objectifs souhaitables).

D'autre part, il faut bien admettre que toute modification de l'existant ne présente pas que des avantages et qu'un changement apporté à un processus génère aussi un certain nombre d'inconvénients (coût de fonctionnement plus élevés, risque d'utiliser certaines techniques, etc.).

On doit donc évaluer chacune des propositions choisies selon ses désavantages et contrebalancer sa cotation positive par une estimation de ses aspects négatifs.

En définitive, cette approche aboutit à constituer un dossier présentant au décideur différentes formules d'amélioration possibles, chacune étant complètement évaluée pour lui permettre de choisir en toute connaissance de cause l'orientation la plus favorable à son point de vue. [Noy 02]

2.6. Réalisation des propositions

Cette phase correspond à la mise en œuvre des choix d'amélioration qui ont été décidés à l'issue de la phase « formulation des propositions ».

Chaque action d'amélioration doit être définie de façon précise en indiquant : le responsable de l'action, l'objectif visé, les moyens qui seront mis en œuvre (en particulier les moyens humains), l'indicateur permettant de mesurer que l'objectif est atteint, le délai et la planification prévue, éventuellement les personnes-ressources qui peuvent apporter un appui.

Il y a souvent deux temps observés :

- une expérimentation, à laquelle correspondent des documents provisoires,
- une mise en place définitive avec des documents approuvés.

La période de réalisation est l'occasion de faire des observations, des mesures, pour s'assurer que le nouveau fonctionnement est conforme à ce qui était prévu.

La réalisation du projet, pour être complète, se doit d'englober les opérations suivantes :

- une évaluation du progrès obtenu,
- une capitalisation de l'expérience afin de conserver des traces et préparer une éventuelle généralisation,
- une mise sous surveillance pour s'assurer que les progrès réalisés vont s'inscrire dans la durée,
- une communication sur les résultats obtenus.

Les caractéristiques de cette phase de réalisation sont donc les mêmes que pour tous les projets ; il n'empêche que ces opérations sont délicates et nécessitent beaucoup de constance et de vigilance. [Noy 02]

2.7. Moyen de réalisation :

Pour réaliser ces propositions il existe plusieurs moyens. Dans notre démarche d'aide à l'amélioration, on va utiliser le bloc diagramme fonctionnel (BDF) comme moyen de réalisation fonctionnel et le modèle composant, relation, produit (C R P) comme moyen de réalisation géométrique.

2.7.1. Bloc diagramme fonctionnel (BDF) :

Le BDF est une représentation schématique d'un produit utilisant des rectangles ou bloc pour matérialiser les composants et des traits pour mettre en évidence les fonctions élémentaires de contact et/ou de flux reliant ou traversant ces composants [DAR 03]. Le BDF représente d'une part la structure relationnelle du produit, système ou service par les liaisons entre ses constituants, représenté chacun par un bloc, et d'autre part sa structure relationnelle avec les milieux extérieurs interagissant avec le produit en cours de conception [Lem 09]

Les étapes à suivre pour établir un BDF :

Pour établir un BDF, il nous faut construire un graphique en présentant dans l'ordre [DEL 91] :

- La disposition de tous les éléments composant le produit ou le sous-ensemble, défini à un instant du processus de conception, et leurs relations de contact
- La disposition graphique de tous les milieux extérieurs
- Le tracé des flux ouverts (non bouclés) et des flux bouclés.

Les types des Flux :

La figure (9) représente un BDF avec les différents types de flux

Les flux ouverts : ce sont les relations non bouclées entre les milieux extérieurs (externe) et les différents composants (la matière) du produit (interne) pour satisfaire directement les fonctions de service. [DEL 91].

Les flux bouclés : ce sont les relations bouclées entre les différents éléments du produit du fait de sa conception [DEL 91]. Les flux bouclés, ou boucles de conception, représente un choix technique de solution qui est nécessaire pour assurer les fonctions de service. On distingue :

- Les flux bouclés externes qui intègrent les relations de quelques composants du produit (interne) avec un ou plusieurs milieux extérieurs (externe) de ce dernier. C'est le cas lorsque le produit objet est un sous-ensemble ou un composant d'un produit global.
- Les flux bouclés internes, qui ne concernent que des composants du produit.

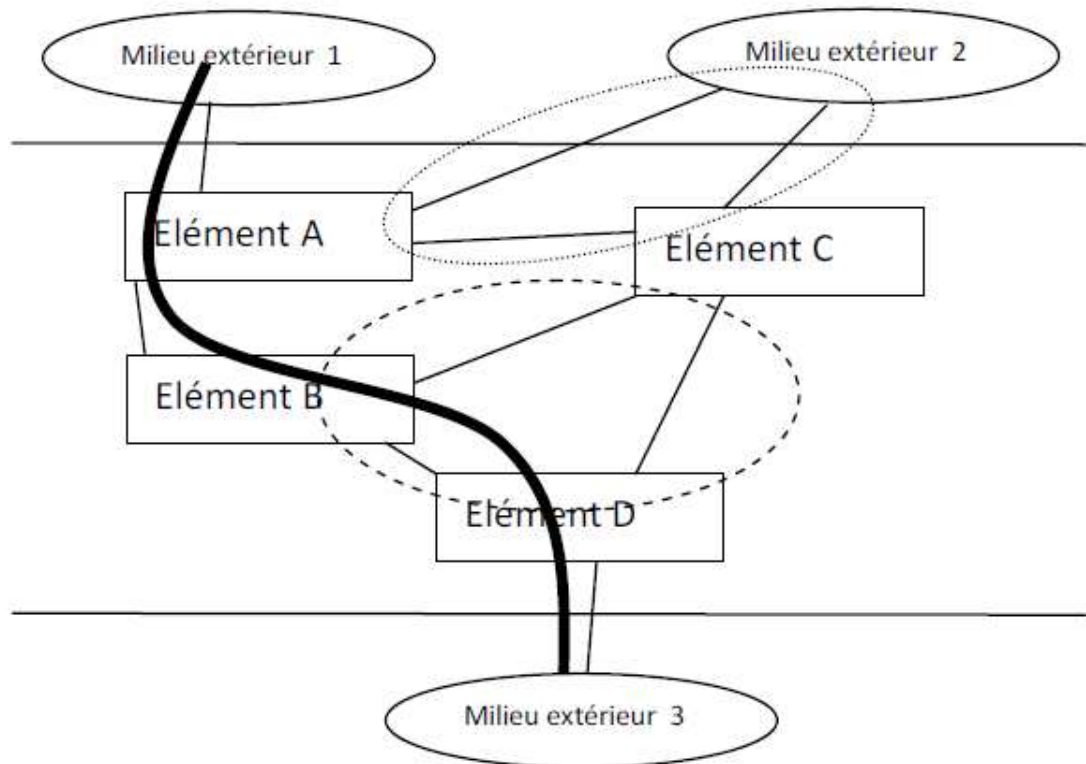


Figure 9 : Bloc diagramme fonctionnel

2.7.2. Modèle composant, relation, produit (C R P) :

Le modèle produit utilisé a été déterminé au regard de la combinaison la plus simple dont on aurait besoin pour décrire une structure de produit. Cette structure simple est constituée de deux composants mis en lien par une relation. Nous appelons ce modèle, modèle C,R,P (figure 10) pour composant, Relation(s) entre composants et Produit. [Alh09]

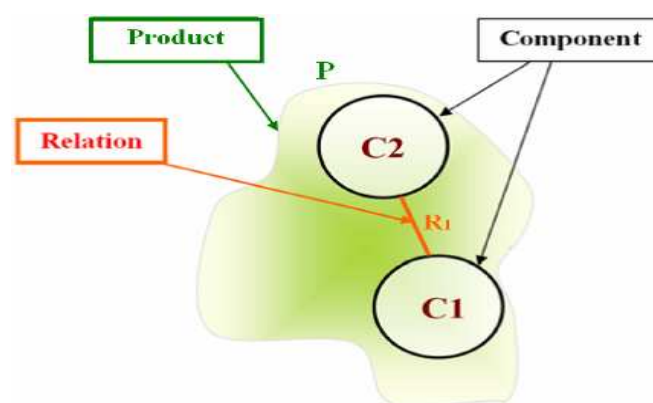


Figure 10 : Modèle C R P

Chapitre 3 :

Cas pratique

Chapitre 3 : Cas pratique

3.1. Présentation de l'entreprise :

(Source : site de l'entreprise www.enmtp.com)

- **Date de création** : janvier 1983
- **Capital social** : 222 Millions \$ US
- **Siège social** : BP 67, Aïn-Smara Constantine - Algérie
- **TEL** : 213 031 97 47 10 / 213 031 97 34 29
- **FAX** : 213 031 97 34 29
- **E-MAIL** : info@enmtp.com
- **Effectif** : 2300agents
- **Chiffre d'affaires** : 96 millions \$ US (2010)
- **Production** : Pelles, Grues hydrauliques, Chargeurs, Bulldozers, Compacteurs, Compresseurs, Matériels à Béton
- **Infrastructures** : 5 filiales de production et 4 unités Commerciales couvrant tout le territoire national.

ENMTP gère un important potentiel industriel d'un effectif de 2300 employés qui a généré un chiffre d'affaires de près de 96 millions \$ US en 2010 et qui envisage, pour l'an 2011, un chiffre d'affaires de 103 millions de \$ US pour un effectif de 2300 employés.

Ce potentiel est organisé autour des principaux métiers de la mécanique et des familles de produit:

- Matériels de Travaux Publics (Pelles, Grues, Chargeurs, Bulldozers ...)
- Compacteurs et Compresseurs
- Matériels à Béton

L'ENMTP, dans sa stratégie de réorganisation, accorde une place prépondérante au partenariat avec des opérateurs internes et externes, quel que soit leur statut juridique, l'essentiel étant que la formule retenue serve au mieux les objectifs recherchés :

- Développement de produits compétitifs

- Circuit de distribution, notamment en international
- Apport d'un savoir-faire technologique

Partenariat

Favoriser et encourager le partenariat à travers notamment la filialisation, afin de :

- Mettre à niveau la qualité des produits et les procédés de fabrication
- Développer de nouveaux produits dans les secteurs compétitifs
- Réhabiliter et moderniser l'outil de production

Sous-traitance

Favoriser le développement de la sous-traitance par des mesures incitatives, en l'intégrant comme priorité. Cette sous-traitance concerne:

- L'usinage
- La mécano-soudure
- Le traitement thermique

Domaine d'activité

L'ENMTP est spécialisée dans le développement de tout processus de fabrication et distribution entrant dans la filière travaux publics de l'industrie mécanique. L'activité actuelle porte sur la conception, la production et la commercialisation de matériels de terrassement, de levage, de manutention et de compactage, ainsi que sur les matériels pour air comprimé et enrobés; et ceux pour la préparation de béton et autres matériaux.

L'ENMTP travaille sous les licences de marques internationales reconnues:

- **LIEBHERR** (Europe) pour les pelles et grues
- **CNH** (Europe) pour les chargeurs sur pneus
- **LIEBHERR** (Europe) pour les bulldozers et chargeurs 4m3
- **INGERSOLL RAND CIE** (USA) dans le domaine du compresseur et compacteur
- **POTAIN** (France) pour la fabrication de grues de bâtiment

Potentiel productif :

Le potentiel industriel de L'ENMTP est considéré comme l'un des plus importants d'Afrique. Il est structuré selon une spécialisation par lignes de produits, chaque unité disposant de la plus grande autonomie industrielle. Le taux d'intégration moyen des engins produits est estimé à l'heure actuelle à 70, les unités de production de L'ENMTP sont les suivantes :

- La filiale Pelles et Grues- SOMATEL- (CONSTANTINE)
- La filiale Fabrication mécanique (SOFAME)
- La filiale Rétro chargeur (SOFAR) (CONSTANTINE)
- la filiale Compresseurs (SOFACO)
- La filiale grues bâtiment et compacteurs FAGECO (BEJAIA)
- La filiale SOMABE pour le matériel à Béton (ALGER)

3.2. Présentation de la procédure de conception et développement utilisé dans l'entreprise

3.2.1. Déroulement :

Prise en compte des besoins et ordre de priorité

La prise en compte d'un besoin nécessitent une conception ou un développement peut être déclenchée suite à :

- Un nouveau besoin client exprimé par un cahier des charges ou un bon de commande
- Des modifications des exigences légales et/ou réglementaires applicable au secteur d'activité
- L'apparition de nouvelles matières
- Evolution technique et /ou technologique (veille technique et technologique)
- Des modifications constructives
- Des modifications des conditions de travail des engins

Si l'étude est jugée recevable, après analyse de faisabilité et mise en conformité des exigences clients avec les exigences légales et réglementaires, le directeur technique selon l'importance et l'impact du projet désigne un chargé d'étude :

- Pour préparer et présenter le dossier « avant projet » devant le comité de développement et investissement (CDI) conformément à la procédure gestion des projets
- Pour prendre en charges directement le projet par la structure compétente

Selon l'impact du projet sur la production l'ordre de priorité des projets est définit comme suit :

- Un abandon
- Des exigences légales ou réglementaires
- Une réduction des couts
- Une diversification des solutions techniques

Planification

Le chef de projet retenu procède à la collecte des éléments d'entrée concernant les exigences relatives au produit notamment :

- Les exigences fonctionnelles et de performance du produit
- Les exigences légales et réglementaires applicables

- Informations issues des études similaires précédentes
- Toute donnée jugée utile pour le projet

Toutes les structures du complexe peuvent être sollicitées pour la fourniture des informations demandées, il établit ensuite le planning prévisionnel formulaires n° 060057780 par la détermination :

- Des tâches à réaliser
- Des responsables de chaque tâche
- Des délais prévisionnels de la réalisation de chaque tâche avec la collaboration du responsable concerné
- Des délais de revue, vérification et validation appropriés à chaque étape
- Des ressources nécessaires à la réalisation du projet

Qu'il ventile tous les responsables des étapes.

En fonction des données de planification fournies par le chef du projet le responsable hiérarchique chargé du suivi des études (directeur ou chef de département) ,et à jour le planning prévisionnel formulaire n° 060057780

Conduite de projet :

Le chef de projet doit coordonner entre les activités afin d'assurer une meilleure communication entre les différents intervenants dans la réalisation du projet et opérer sur la base des feedback ; en cas de nécessité des revues avec les responsables des tâches concernées pour réviser les objectifs, les moyens et définir les actions à entreprendre

Revue

Le chef de projet doit tenir les revues planifiées ; ou exceptionnelles permettant de :

- Evaluer l'aptitude des résultats obtenus à satisfaire les exigences
- Identifier et maîtriser les risques
- Elaborer un plan d'actions afin de pallier aux contraintes, et optimiser la solution retenue

Les revues de conceptions et/ou développement doivent être sanctionné par l'établissement du formulaire PV de revue de conception n° 060057980 ou un PV de réunion, dont une copie est remise au responsable hiérarchique pour exploitation et mise à jour du planning général.

Pour les revues planifiées, tous les responsables des tâches concernées doivent être présents.

Vérification

Les étapes de vérification visent la confirmation par des preuves tangibles que les exigences spécifiées ont été satisfaites et se traduisent par :

- le visa du chef de projet sur les documents techniques établis par ses collaborateurs
- le visa de conformité du contrôleur sur l'avis de finition (procédure contrôle qualité et maîtrise du PNC 5.4.30.4.13)
- le visa rapport d'essai formulaire n° 060045480 établi par le chef de service essais suite à la demande du chef de projet introduite par le formulaire n° 060045480 ordre d'essai (cas des prototypes)
- visa du contrôle sur le formulaire demande de dispositif n° 060042080

Le chef de projet doit veiller à l'exécution des différentes étapes de vérification conformément au planning prévisionnel établi et conserver tous les résultats dans le dossier du projet.

Validation

Si les résultats de la vérification sont concluants le responsable hiérarchique chargé du suivi du projet (chef de département ou directeur) :

- Après réalisation de prototype, valide la documentation par son visa sur les documents exigés pour la mise à jour du système d'information

Cette documentation constitue les éléments de sortie fournissant les informations appropriées pour les approvisionnements, la production et spécifiant les caractéristiques essentielles du produit pour son utilisation correcte et en toute sécurité.

- Après la réalisation de la présérie (de la première commande pour les gabarits), valide la conception par la tenue d'une revue en présence du (es) fournisseur (s) « selon la disponibilité et la nécessité » et des acteurs du projet, soldée par un PV (revue de conception n° 060057980 ou de réunion) élaboré sur la base du retour d'information reçu sur :
 - Le comportement du produit
 - Les résultats des essais de performance
 - Les Check List du contrôle
 - Les éléments d'entrée du projet ...etc

Modification de la conception

Une modification de conception peut intervenir sur demande des structures de production par le biais du formulaire N° 060006480, pour l'homologation d'une nouvelle pièce d'achat Formulaire N° 060028380 ou suite au traitement d'un rapport de rebut imputé aux structures techniques pour erreur de conception.

Si l'étude est recevable, le chargé du dossier, examinera si la modification est non interchangeable, un ordre d'essai formulaire N° 060027980 accompagné de la documentation technique sont établis et remis au service essai, sinon une revue est faite sitôt la modification traitée

Le service essai exécutera l'ordre d'essai contenant les données d'entrée et remettra au donneur d'ordre un rapport d'essai formulaire N° 060045480 pour analyse des résultats, si les essais sont positifs, une revue de modification est immédiatement déclenchée pour voir l'évaluation et l'incidence de cette modification sur les composants du produit en cours de réalisation et sur le produit déjà livré, la validation de la modification est matérialisée par le PV de revue de modification n° 060061080 et une demande de modification Formulaire N° 060006480 validée par le chef de département études et essais. S'il s'agit de la modification d'un moyen de production la demande est introduite par le formulaire N° 060024580 « Demande de Modification de Dispositif » si le service organisation du travail juge la demande recevable il l'introduit auprès du service études outils et gabarits pour prise en charge, une fois la modification opérée et la vérification des résultats confirmée, la validation est sanctionnée par l'établissement du PV de revue de modification n° 060061080

3.2.2. Sortie d'engins pour essais

Certains essais nécessitent une sortie de l'engin, contenant le prototype, dans ce cas précis, le chef de service essais établit et renseigne le document n° : 060035880 et le remet avec le rapport d'essai à l'agent conducteur chargé de son essai.

À la sortie, les deux formulaires sont présentés au portier qui, après vérification de l'exactitude des données, y inscrit les dates et l'heure de sortie, son nom et appose sa signature. L'exemplaire 1 est remis au conducteur et l'exemplaire 2 est classé au niveau du poste de sécurité.

Après l'exécution de l'ordre d'essai, à son retour, le conducteur de l'engin remet l'exemplaire 1 au poste de sécurité par où s'est effectuée la sortie.

Le portier procède à la vérification, inscrit la date et heure de rentée, son nom et appose sa signature sur les deux exemplaires.

L'exemplaire 1 est remis à l'agent conducteur de l'engin qui le remet à son tour au responsable hiérarchique pour contrôle. L'exemplaire 2 pour classement au service sécurité.

3.2.3. Documentation du produit fabriqué

Le département études et essais est responsable de la mise à jour de la documentation technique du produit fabriqué et de sa diffusion interne aux structures concernées en indiquant le numéro de série de l'engin à partir duquel la modification est opérée et en tenant compte de la documentation en stock.

Cette documentation est constituée de :

- Manuel d'atelier (sur demande client)
- catalogue P.R
- Manuel d'instruction
- Tableau de charge (grue)
- Livret de garantie.

Le département gestion des stocks exprime le besoin d'impression des documents à la structure achat, en nombre d'exemplaires suffisant afin de pouvoir répondre dans les délais à toute commande planifiée ou non planifiée.

3.2.4. Diffusion des documents

A - diffusion interne

Le département étude transmet les mises à jour au département des méthodes pour diffusion.

B - diffusion externe

Lors de la cession des engins, Le département contrôle procède à la mise à disposition du client de la documentation du produit (voir procédure contrôle qualité et maîtrise du PNC 5.4.30.4.13)

Toute modification de P.R est transmise par le biais du formulaire diffusion de modification Formulaire N° 060005980 en 5 exemplaires par le département études et essais à la division commerciale par le biais de la structure qualité.

3.2.5. Atelier de tirage

En plus de la fonction duplication, l'atelier de tirage est chargé de la mise en archive et le classement des plans originaux dans l'ordre de leurs numéros d'identification.

Le numéro d'identification respectif sera obligatoirement sur toute demande de tirage établi par un service et remis à l'atelier de tirage.

L'atelier de tirage effectuera le tirage des bleus désirés à partir des originaux qui, après, seront classés de nouveau dans leur ordre original.

3.3. Présentation et analyse du processus d'amélioration de l'engin 9210 (projet REXROTH9210)



Figure 11: Pelle 9210

3.3.1. Environnement de travail

Le projet a commencé au mois de Janvier 2007, sur la pelle 9210 (figure 11)

La durée de réalisation du projet est de 156 semaines

Les ingénieurs utilisent Excel comme outil de planification.

Le travail de conception se fait à la main.

La communication avec le fournisseur est faite par courrier et par téléphone.

3.3.2. Présentation des phases du projet 9210 ROXROTH sous le logiciel MS PROJECT

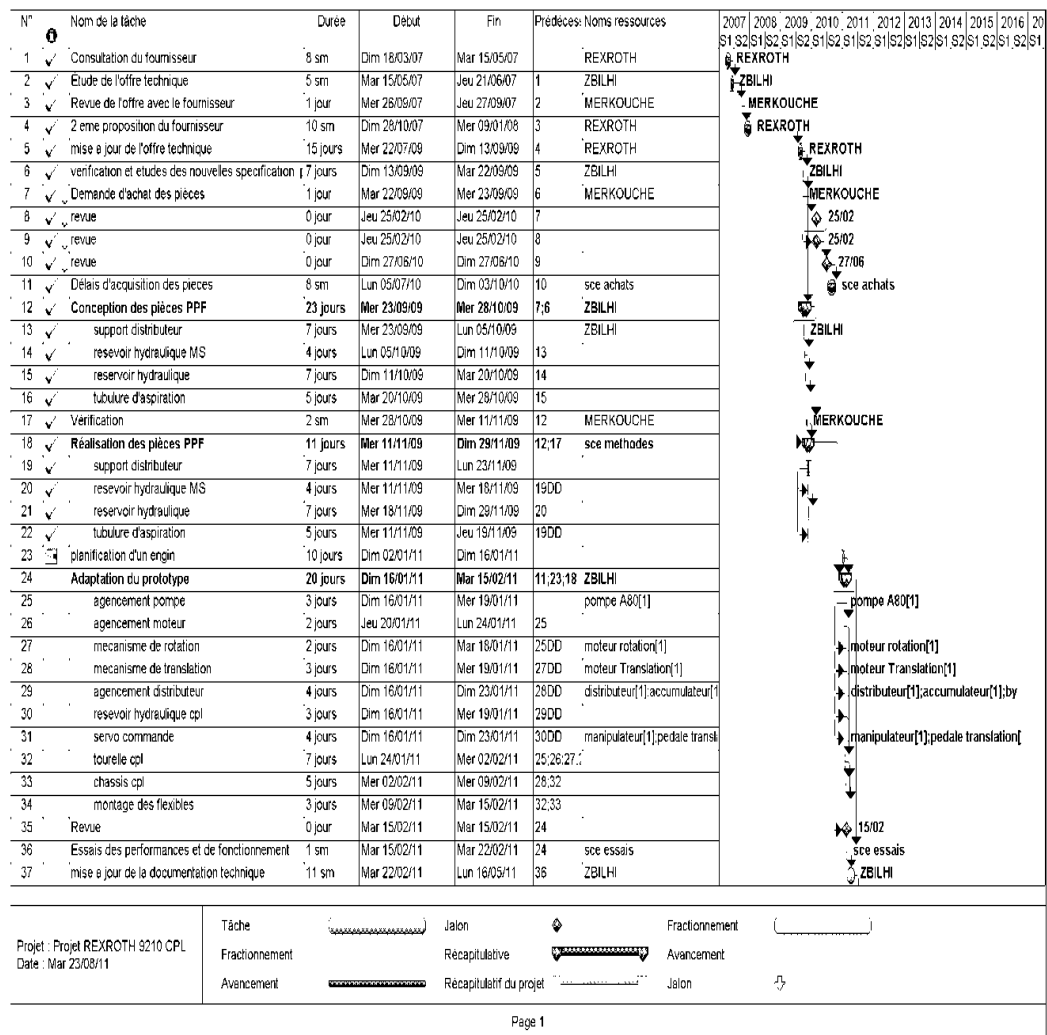


Figure 12: Ms Project pelle 9210

3.3.3. Analyse du processus d'amélioration de l'engin 9210

A partir de la figure 12, on dégage six phases nécessaires pour analyser ce projet:

Phase 1 Fournisseur

Phase 2 conception de pièces

Phase 3 réalisation de pièces

Phase 4 adaptation de prototype

Phase 5 essai de performance de fonctionnement

Phase 6 mise à jour de la documentation

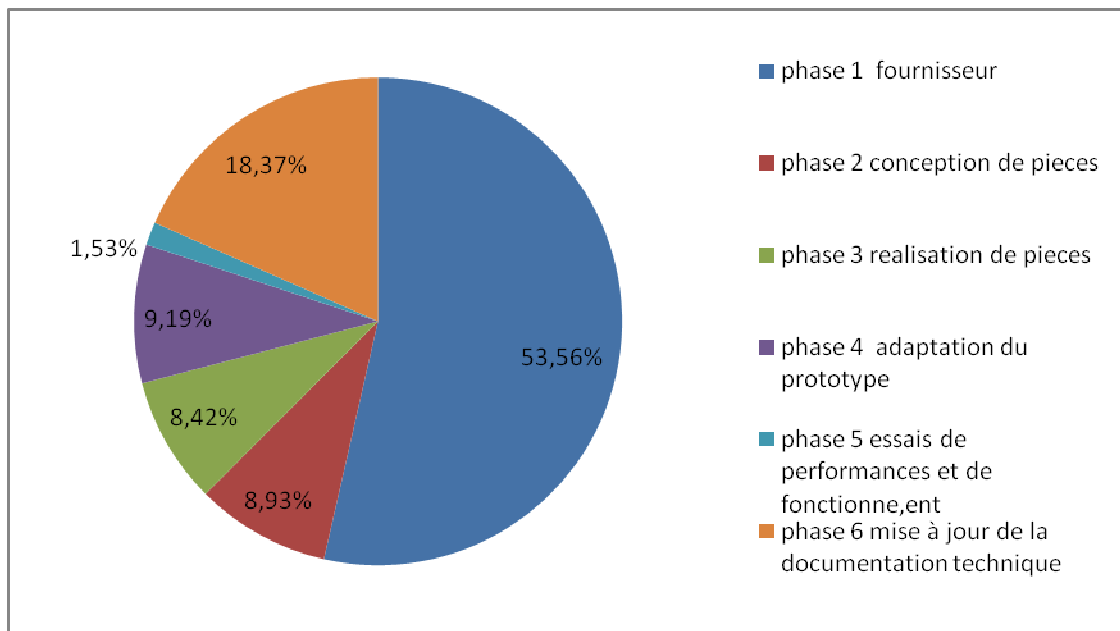


Figure 13:Graphique de répartition des phases du projet

Le critère évoqué pour l'étude de notre projet est le **temps**. On s'appuie donc sur l'analyse de la phase 1 qui représente 53% du temps global du projet (figure 13). Avec un tel pourcentage, cette phase influe sur les délais d'amélioration et implique des coûts supplémentaires.

La phase 1 consiste à :

Consulter le fournisseur

Étudier l'offre technique

Revoir l'offre avec le fournisseur

2eme proposition du fournisseur

La mise à jour de l'offre technique

La vérification et l'étude des nouvelles spécifications pour certain composants

La demande d'achat des pièces

Le délai d'acquisition des pièces

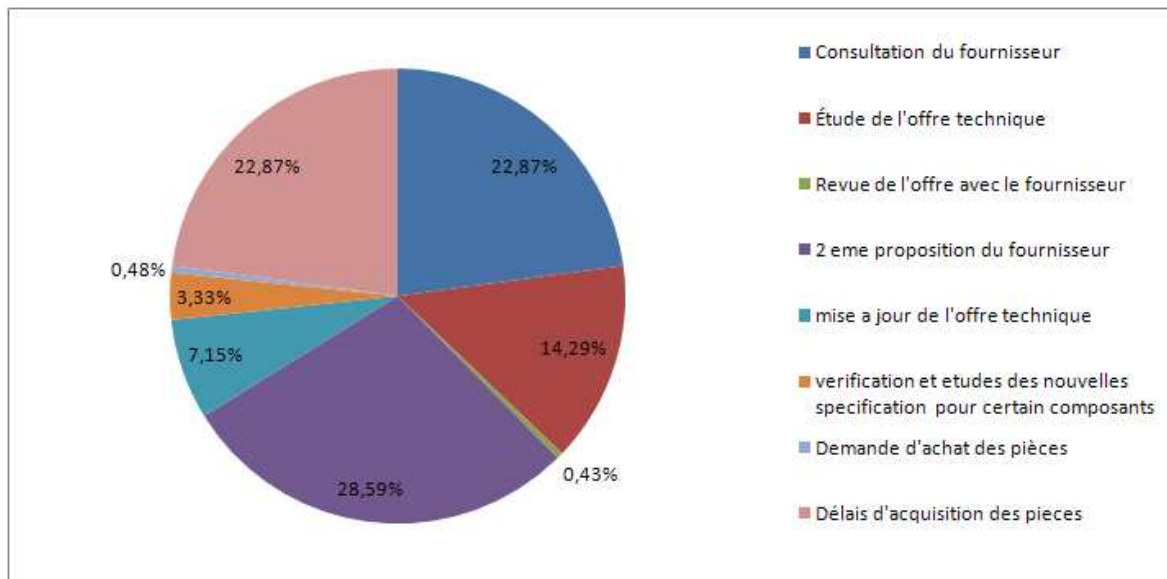


Figure 14: Graphique de répartition des étapes de la phase 1

Comme on le constate sur la figure 14, le contacte avec le fournisseur représente plus de 50% du temps global de la phase 1.

L'analyse de la phase 1, nous montre qu'il y a des allers retours entre le fournisseur et les concepteurs du bureau de méthode sous forme d'un ensemble d'itération qui sont dues essentiellement aux erreurs de conception. On peut donc dire que le processus d'amélioration n'est pas séquentiel. C'est un processus de conception co-évolutif, (problème → solution, solution → problème)

Pour cette raison, on va essayer de proposer une démarche qui peut aider les concepteurs à éviter un bon nombre d'itérations dans le processus de conception, ce qui diminue considérablement les délais de conception.

Cette démarche représente les problèmes et les solutions dans le même schéma, et ça en montrant tous types de relation entre les composants d'un produit.

3.4. Présentation de la démarche d'aide à l'amélioration continue de la conception

Après avoir travaillé sur un projet industriel (le projet ROXROTH 9210), on a constaté que le projet choisi ; pour formuler, tester et valider une démarche d'aide à la conception, s'avère très compliqué voir impossible à explorer (engin qui se compose de plusieurs système). J'ai décidé donc d'aller explorer et tester la démarche sur un système plus simple.

Pour cela j'ai fais recours à mon travail de master [Lem 09], et au travail de RASOULIFAR [Ras 10], qui m'ont servi pour analyser les fonctions, faire des hypothèses, proposer les étapes à suivre, et synthétiser le résultat dans le temps donné pour ce travail de recherche dans le but de généraliser sur un modèle théorique après validation de mon équipe de travail.

J'ai commencé mon travail à partir d'un produit déjà conçu (une pince) avec comme objectif d'imaginer comment il faudrait faire pour construire ce produit. J'ai cherché à identifier les composants et les fonctions de ce produit. En m'interrogeant sur l'existence de certains composants, je suis arrivé à identifier leurs fonctions. Par contre, pour comprendre comment une fonction se réalise, j'avais besoin de décomposer le produit pour identifier les éléments impliqués. J'ai effectué des itérations entre le problème et la solution pour atteindre l'ensemble des fonctions de ce produit.

En reprenant une pratique de conception, j'ai essayé d'anticiper un processus de conception co-évolutif de ce produit dans le but de satisfaction d'un besoin évoqué par l'utilisateur

Les outils utilisés :

BDF (bloc diagramme fonctionnel)

Pour identifier les fonctions

CRP (composant, relation, produit)

Pour identifier les composants du produit et leurs caractéristiques, les relations entre chaque composant du produit et leurs caractéristiques.

3.4.1. Étude de cas « la pince »

Les Différents niveaux d'expression des exigences sont:

A. Dans le langage courant, par l'utilisateur :

Le client voudrait une pince pour plaquer et maintenir deux planches lors d'un collage, jusqu'à ce que la colle sèche et rende la liaison complète et résistante. Il est attendu par le client que cette opération ne laisse pas de traces et de marques sur les planches ainsi collées.

B. Sous la forme d'un scénario d'usage :

B.1. Premier scénario d'usage : Le premier scénario d'usage est le suivant

L'utilisateur prend la pince à la main, la met au contact avec les planches, et agit afin de maintenir les planches serrées. Une fois la colle séchée et la liaison entre les planches complétée et résistante, l'utilisateur retire la pince.

Le concepteur reformule le problème : « P1 : la pince doit maintenir les planches serrées, après être mise en place par l'utilisateur »

La proposition de solution (S1) (figure 15) pour répondre au problème (P1) est alors de concevoir une pince basique, dont le rôle est de serrer les planches.

B.1.1. Représentation schématique

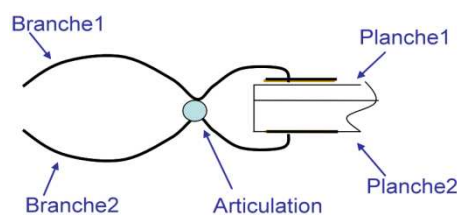


Figure 15: Premier croquis de solution

B.1.2.Représentation Fonctionnelle

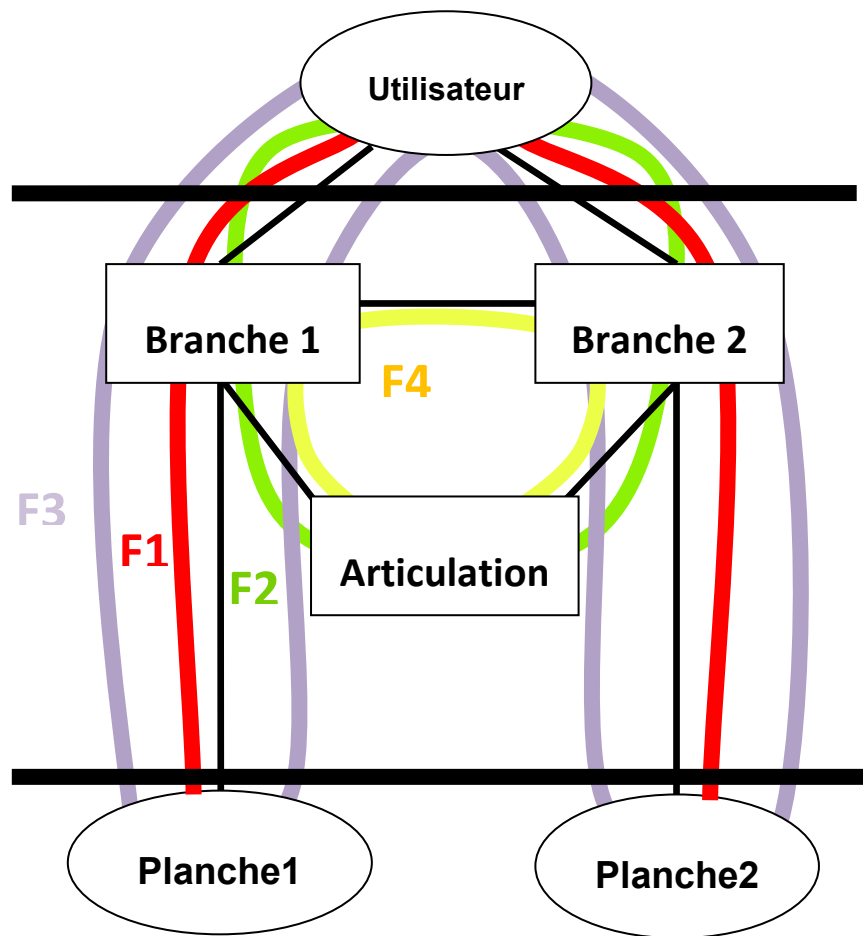


Figure 16: BDF premier scénario

Le BDF de la solution 1 (figure 16) représente les composants et les relations entre les composants, avec toutes les fonctions possibles,

Par exemple F1 : permettre à l'utilisateur de plaquer les deux plaques et les maintenir serrées

Selon cette représentation la pince contient 3 composants : 2 branches et une articulation. Pour définir les détails de ces composants, on passe au modèle CRP (Figure17) avec ces tableaux.

B.1.3.Représentation géométrique

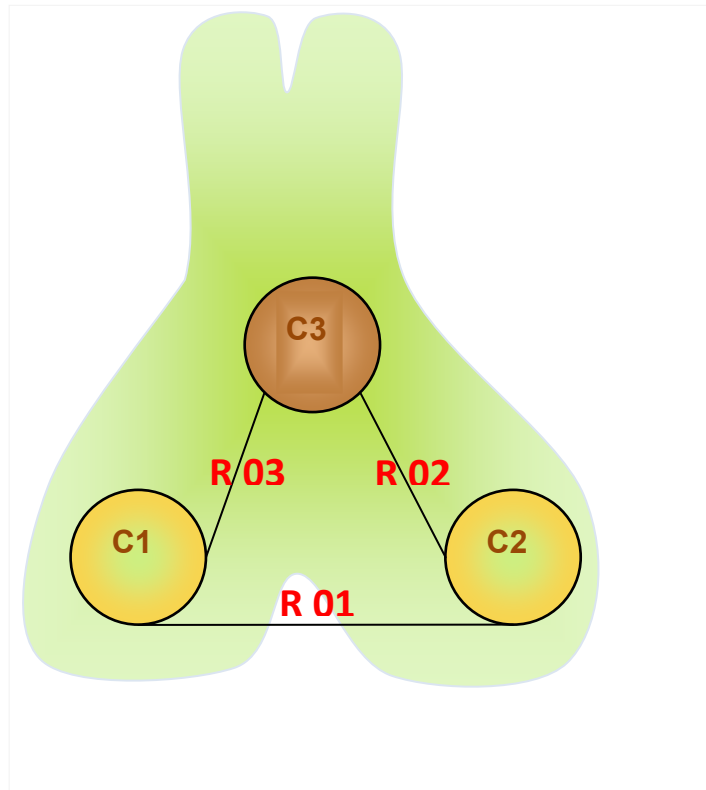


Figure 17 : CRP premier scénario

On trouve sur la figure 17, le modèle CRP du premier scénario avec toutes ces composantes

L'étape suivante est de définir les caractéristiques des composants et des relations entre les composants dans des tableaux,

B.1.4.Représentation des caractéristiques techniques

Le tableau suivant représente les caractéristiques des composants

Tableau de Caractéristiques de Composant (C)					
Symbole de Composant	Nom de Composant	Type de matériaux	poids Estimé (g)	Nombre de Relations Engagées	Relation Engagée
C1	Branche1	Polymère Polyéthylène	50	2	R1 R3
C2	Branche 2	Polymère Polyéthylène	50	2	R1 R2
C3	Axe principale	Métal Acier	20	2	R2 R3

Le tableau suivant représente les caractéristiques des relations qui existent entre ces composants

Tableau de Caractéristiques de Relation (R)			
Symbole de Relation	Composante engagées	Desassemblabilité	Note (Type)
R 01	C1-C2	OUI	Glissant
R 02	C2-C3	OUI	Fixation
R 03	C1-C3	OUI	Tourne

B.2.deuxième scénario d'usage : Le deuxième scénario d'usage est le suivant

La pince doit maintenir les planches serrées sans les affecter, après être mise en place par l'utilisateur.

Le concepteur reformule le problème : « P2 : la pince doit maintenir les planches serrées sans laisser des traces, après être mise en place par l'utilisateur »

La proposition de solution (S2) pour répondre au problème (P2) est alors d'intégrer un système de conservation de l'effort, dont le rôle est de garder les planches serrées. Le ressort est un élément choisi par le concepteur en tant que principe de solution pour conserver l'effort et maintenir les planches serrées.

B.2.1.Représentation schématique

La figure 18 représente le deuxième croquis de la solution (S2) du problème (P2)

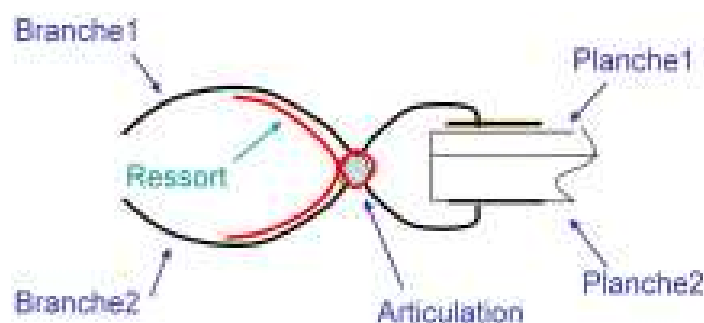


Figure 18 : deuxième croquis de solution

B.2.2.Représentation Fonctionnelle

Le fait d'ajouter un autre composant dans le BDF va produire des contacts à mettre dans le BDF et des flux à repérer et à propager (figure 19), et ainsi de suite.

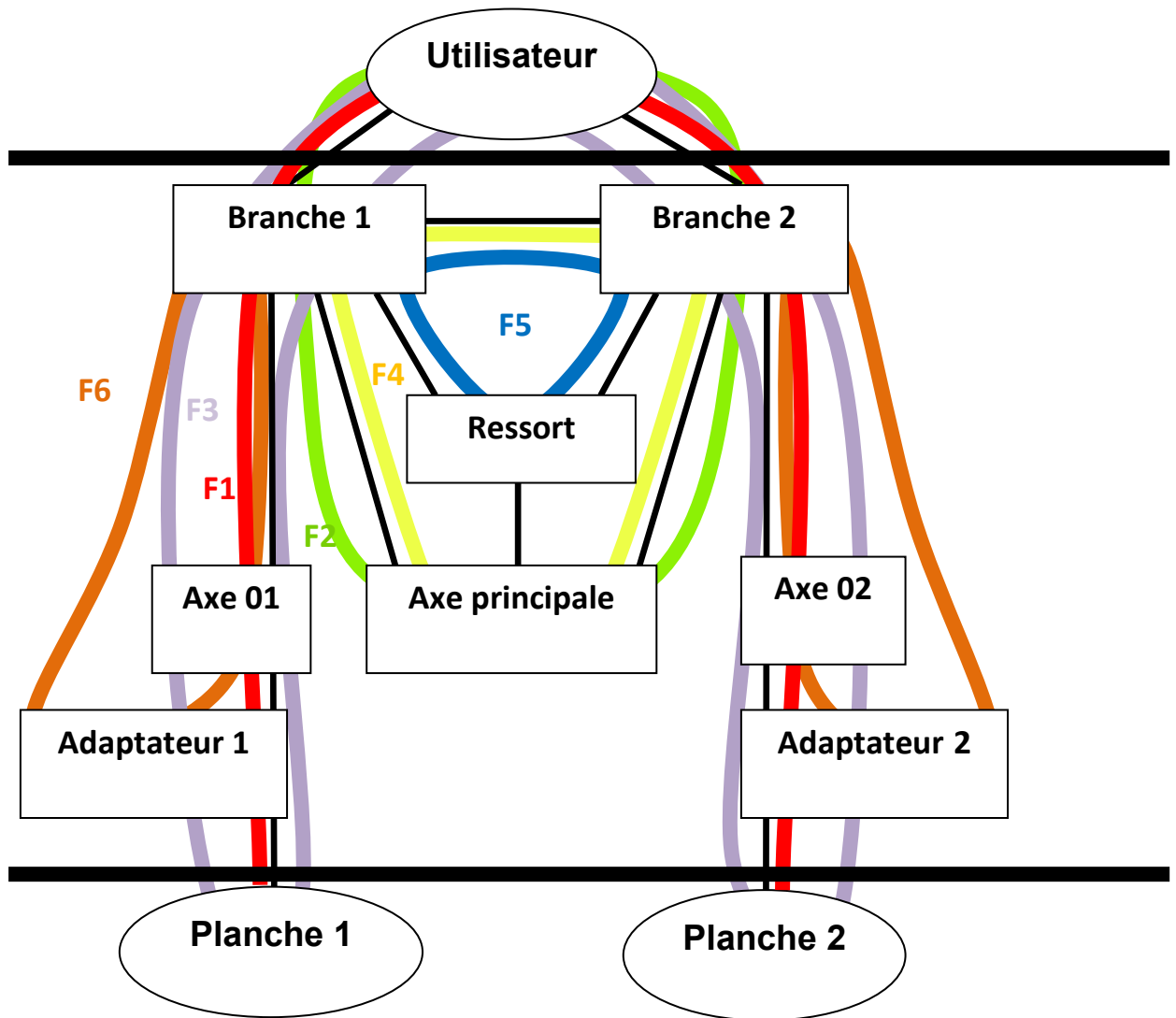


Figure 19 : BDF deuxième scénario

B.2.3.Représentation géométrique

On trouve sur la figure 20, le modèle CRP de la deuxième phase avec toutes ces composantes

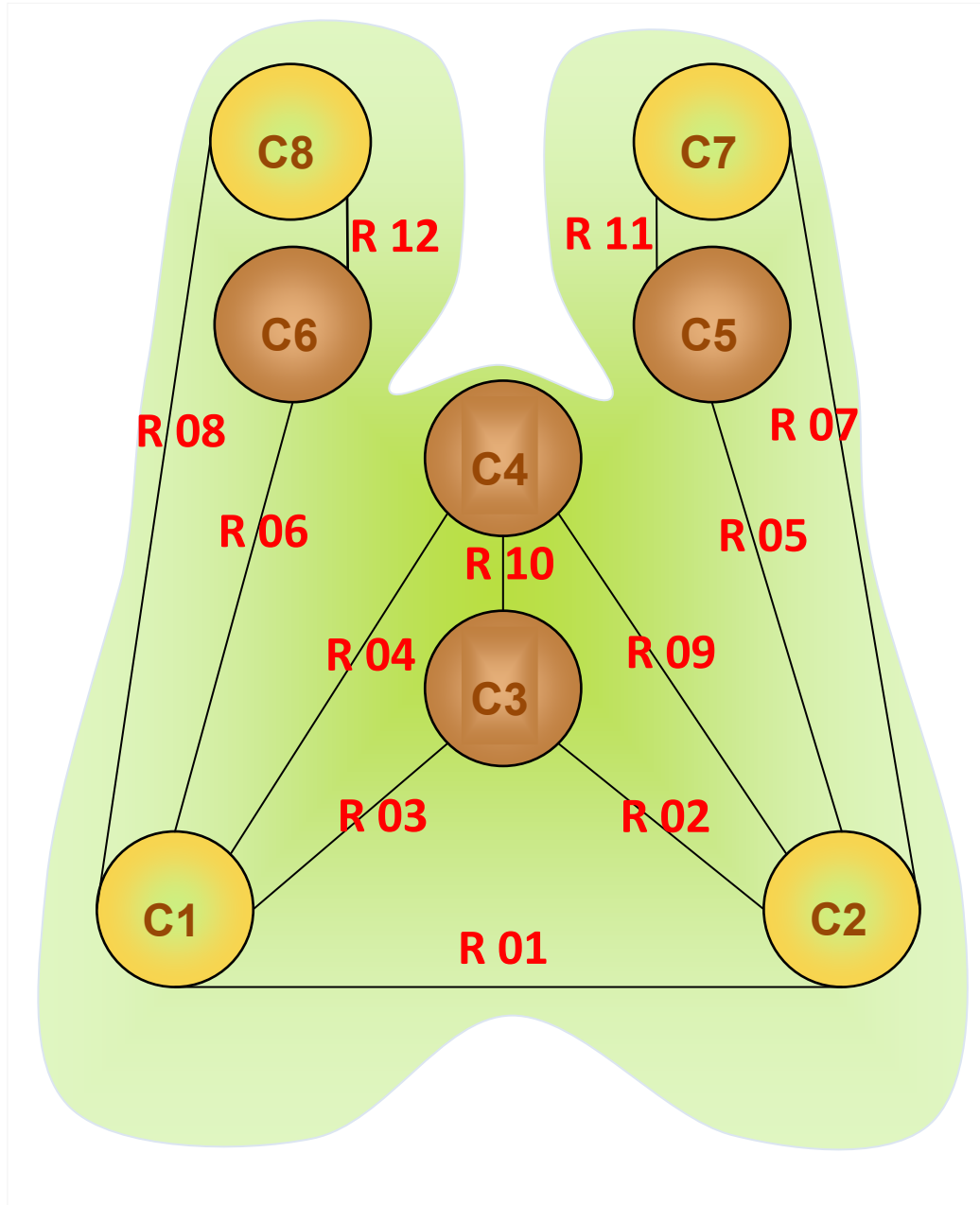


Figure 20: CRP deuxième scénario

B.2.4.Représentation des caractéristiques techniques

Les deux tableaux suivants représentent les caractéristiques des composants et des relations après l'ajout du ressort

Tableau de Caractéristiques de Composant (C)					
Symbole de Composant	Nom de Composant	Type de matériaux	poids Estimé (g)	Nombre de Relations Engagées	Relation Engagée
C1	Branche1	Polymère Polyéthylène	50	5	R1 R3 R4 R6 R8
C2	Branche 2	Polymère Polyéthylène	50	5	R1 R2 R5 R7 R9
C3	Ressort	Métal Acier	20	3	R2 R3 R10
C4	Axe principale	Métal Acier	15	3	R4 R9 R10
C5	Axe 01	Métal Acier	5	2	R5 R11
C6	Axe 02	Métal Acier	5	2	R6 R12
C7	Adaptateur 01	Métal Acier	3	2	R7 R11
C8	Adaptateur 02	Polymère Polyéthylène	15	2	R8 R12

Tableau de Caractéristiques de Relation (R)			
Symbole de Relation	Composante engagées	Desassemblabilité	Note (Type)
R 01	C1-C2	OUI	Glissant
R 02	C2-C3	OUI	Contact
R 03	C1-C3	OUI	Contact
R 04	C1-C4	OUI	Fixation
R 05	C2-C5	OUI	Fixation
R 06	C1-C6	OUI	Fixation

R 07	C2-C7	OUI	Guidage
R 08	C1-C8	OUI	Guidage
R 09	C2-C4	OUI	Tourne
R 10	C3-C4	OUI	Fixation
R 11	C5-C7	OUI	Tourne
R 12	C6-C8	OUI	Tourne

B.3.troisième scénario d'usage : Le troisième scénario d'usage est le suivant

Après la mise en place de la pince par l'utilisateur, la pince doit maintenir les planches sans l'intervention de l'utilisateur.

Le concepteur reformule le problème : « P3 : la pince doit maintenir les planches serrées sans avoir besoin des mains de l'utilisateur, après être mise en place par l'utilisateur »

La proposition de solution (S3) pour répondre au problème (P3) est alors d'intégrer un système de fermeture (voir figure 21), dont le rôle est de garder les planches serrées.

B.3.1.Représentation schématique



Figure 21: troisième croquis de solution

B.3.2.Représentation Fonctionnelle

L'ajout de la fermeture change le BDF (Figure 22), ce qui a créé d'autres relations et d'autres fonctions

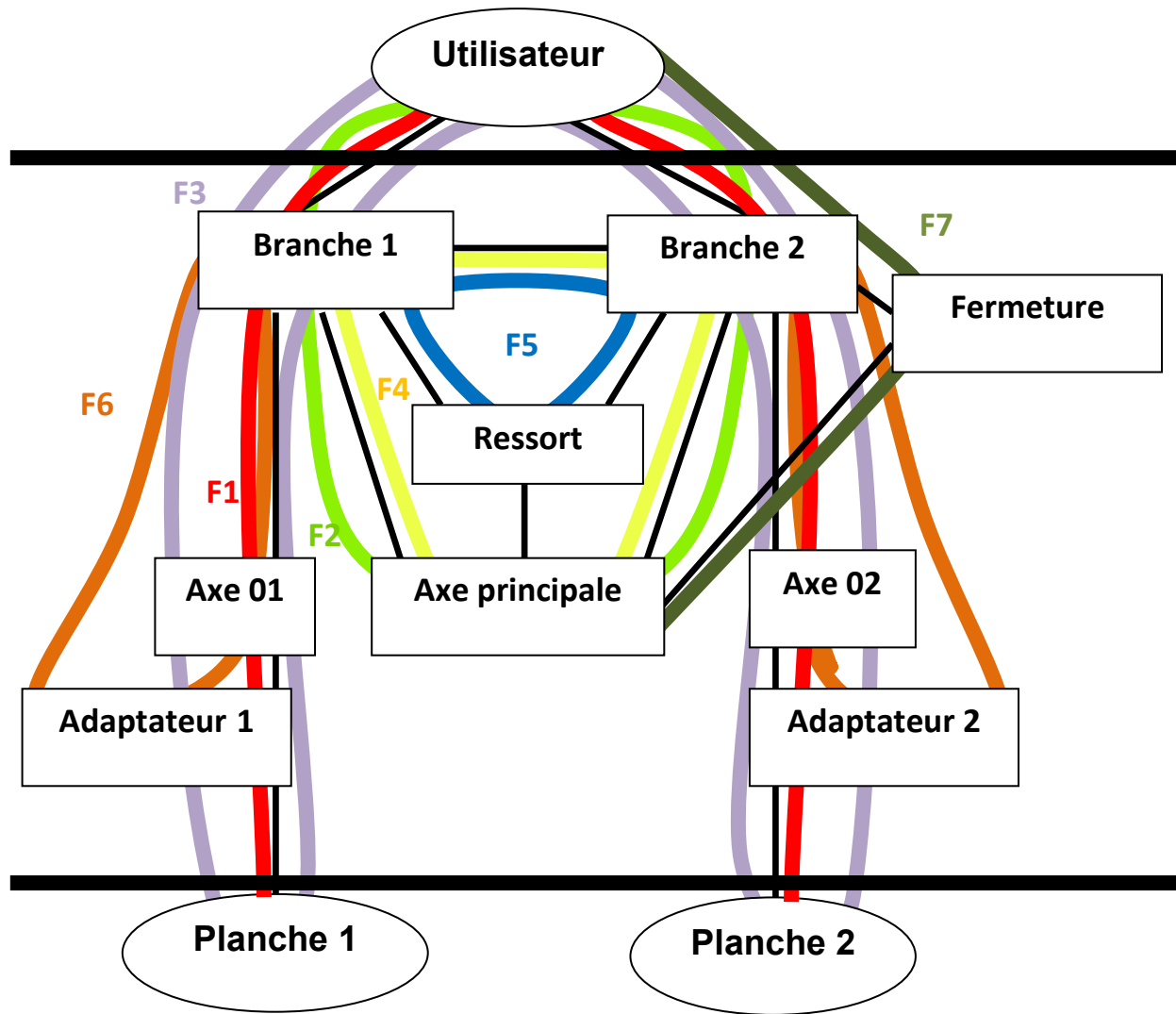


Figure 22: BDF troisième solution

B.3.3.Représentation géométrique

Après l'ajout de la fermeture la représentation géométrique a été changée (figure 23)

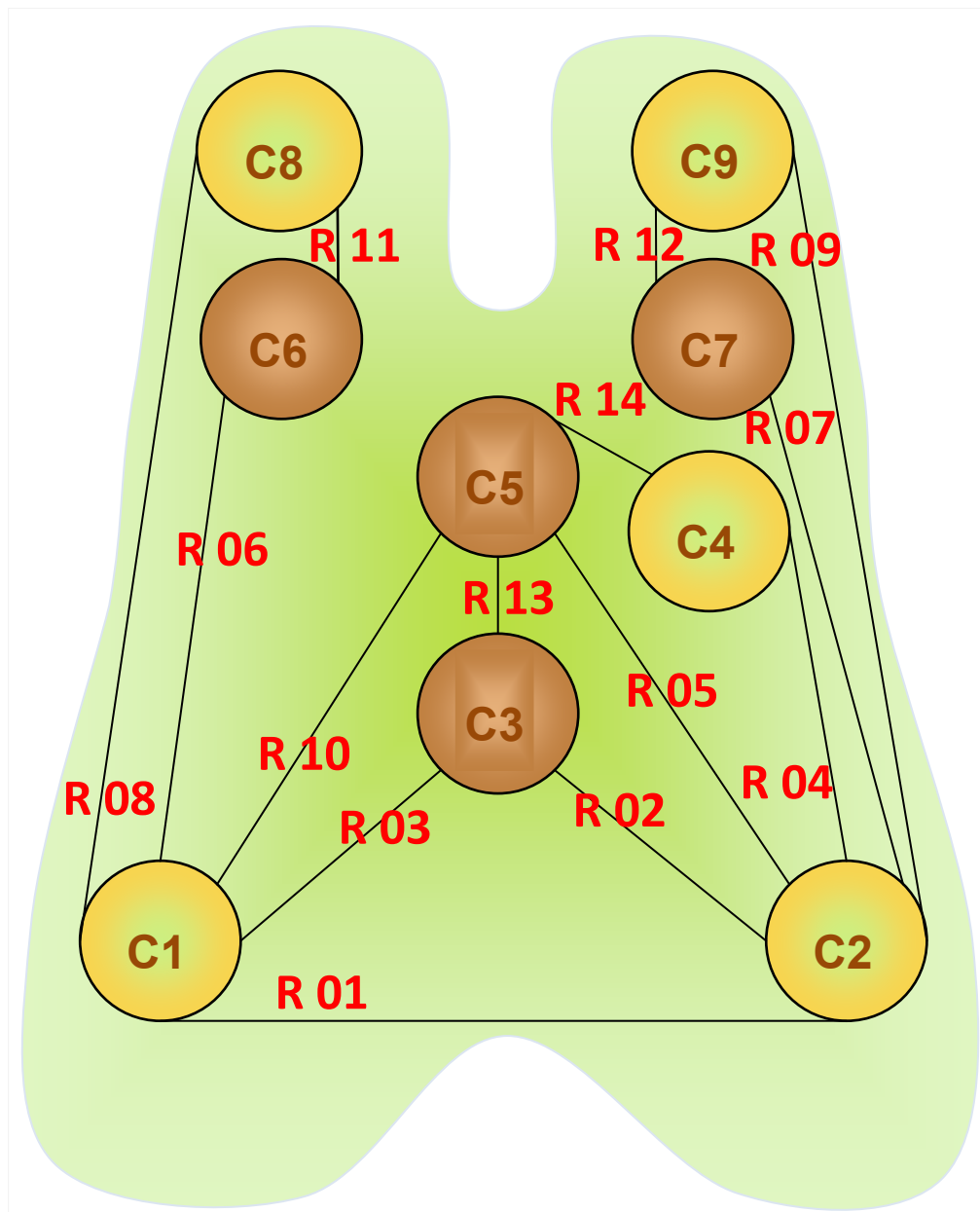


Figure 23: CRP troisième scénario

B.3.4.Représentation des caractéristiques techniques

Les deux tableaux suivants représentent les caractéristiques des composants et des relations après l'ajout de la fermeture

Tableau de Caractéristiques de Composant (C)					
Symbole de Composant	Nom de Composant	Type de matériaux	poids Estimé (g)	No. Relations Engagée	Relation Engagée
C1	Branche1	Polymère Polyéthylène	50	5	R1 R3 R6 R8 R10
C2	Branche 2	Polymère Polyéthylène	50	6	R1 R2 R4 R5 R7 R9
C3	Ressort	Métal Acier	20	3	R2 R3 R13
C4	Fermeture	Polymère Polyéthylène	10	2	R4 R14
C5	Axe principale	Métal Acier	15	4	R5 R10 R13 R14
C6	Axe 01	Métal Acier	5	2	R6 R11
C7	Axe 02	Métal Acier	5	2	R7 R12
C8	Adaptateur 01	Métal Acier	3	2	R8 R11
C9	Adaptateur 02	Polymère Polyéthylène	15	2	R9 R12

Tableau de Caractéristiques de Relation (R)			
Symbole de Relation	Composante engagées	Desassemblabilité	Note (Type)
R 01	C1-C2	OUI	Glissant
R 02	C2-C3	OUI	Contact
R 03	C1-C3	OUI	Contact
R 04	C2-C4	OUI	Freinage
R 05	C2-C5	OUI	Fixation
R 06	C1-C6	OUI	Fixation
R 07	C2-C7	OUI	Fixation
R 08	C1-C8	OUI	Guidage
R 09	C2-C9	OUI	Guidage
R 10	C1-C5	OUI	Fixation
R 11	C6-C8	OUI	Tourne
R 12	C7-C9	OUI	Tourne
R 13	C3-C5	OUI	Guidage
R 14	C4-C5	OUI	Contact

3.4.2. La discussion

Dans cette étude de cas, on a suivi les étapes suivantes dans chaque scénario de conception :

1-Représentation schématique

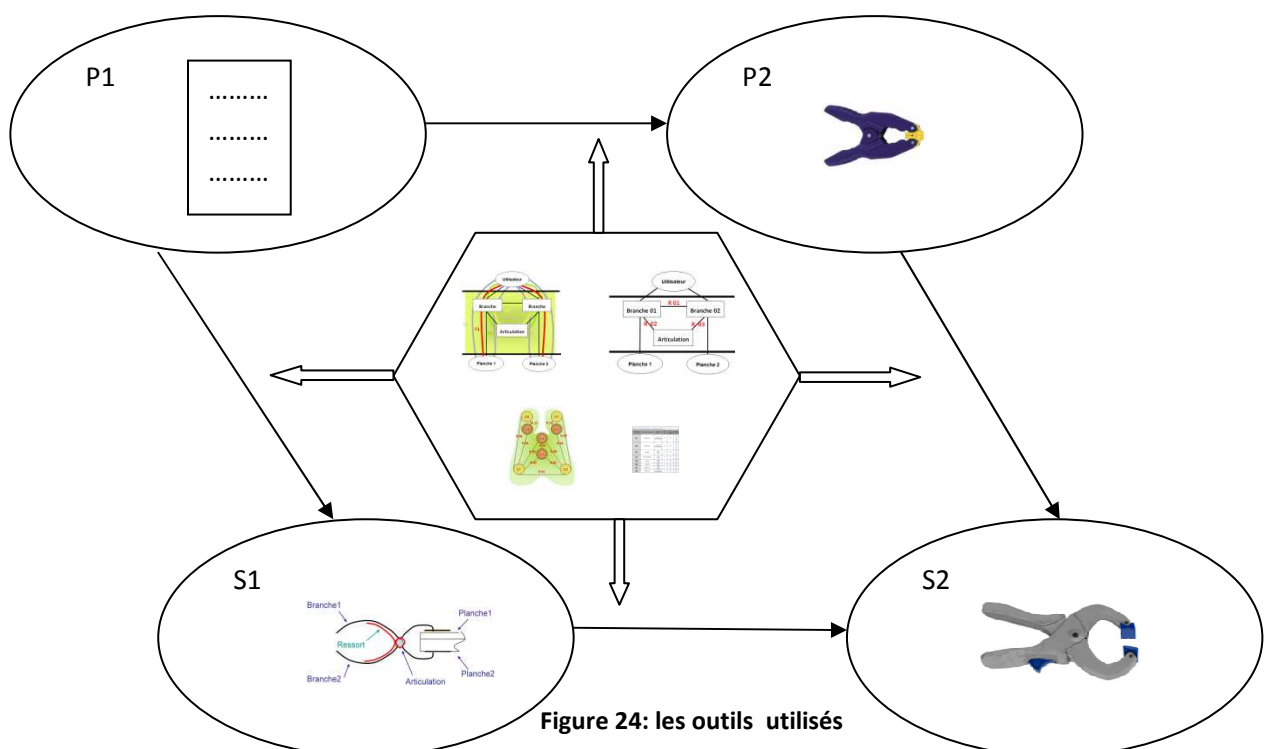
2-Représentation Fonctionnelle

3-Représentation géométrique

4-Représentation des caractéristiques techniques

Ces étapes représentent notre démarche proposée pour aider les concepteurs à améliorer la conception de leur produit. Elle permet d'aider les concepteurs à faire des améliorations sur la conception des produits en faisant des changements directs soit sur le BDF ou le CRP soit sur les tableaux de composant et/ou de relation.

Cela veut dire qu'à chaque fois un concepteur veut faire des améliorations sur son produit, il faut qu'il les fasse soit sur le BDF on changeant les fonctions ou on ajoutant des composants, soit sur les tableaux du CRP on changeant les caractéristiques des composants ou des relations, sans avoir besoin de refaire toutes les étapes du processus de la conception.



Notre démarche peut faire le lien entre l'espace problème et l'espace solution, elle se positionne entre les deux espaces dans un processus de conception co-evolutif. Dans la figure ci-dessous (figure 24), nous avons positionné l'ensemble des outils utilisés dans notre démarche sur le modèle de la conception co-évolutive de MARY LOU abordé dans le paragraphe 1.4 du chapitre 1. Nous avons identifié trois natures d'outils : les outils consacrés à la représentation du problème, les outils consacrés à la représentation de la solution et les outils proposés pour faire le lien entre le problème et la solution.

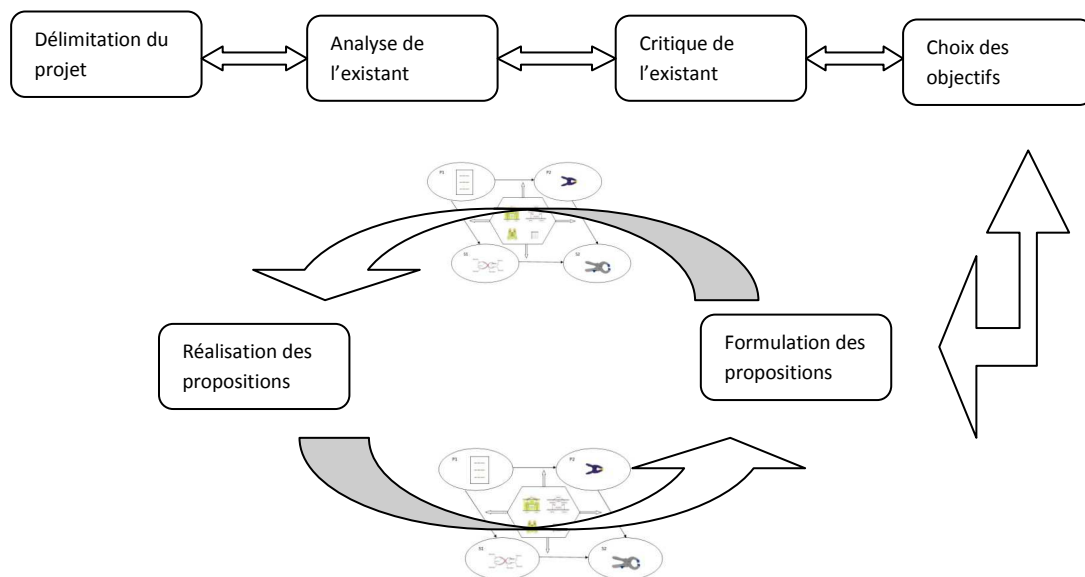


Figure 25: notre démarche par rapport aux étapes de l'amélioration du produit

Notre démarche se positionne, par rapport aux étapes d'amélioration du processus de conception abordé dans le chapitre 2, entre la cinquième étape « formulation des propositions » et la sixième étape « réalisation des propositions » (figure25)

Conclusion

Dans le cadre de ce mémoire, le premier chapitre était consacré à une étude bibliographique qui met en évidence les modèles de processus de conception : les modèles séquentiels et les modèles co-évolutifs.

Le deuxième chapitre était consacré aux étapes de l'amélioration d'un processus de conception telle qu'elles sont présentées par Didier Noyé dans son livre *L'amélioration participative des processus*. Nous avons aussi vu une description des outils qu'on peut utiliser pour réaliser ces améliorations telles que le BDF et CRP.

Et pour le troisième chapitre et après suivi et analyse du projet «engin 9210 projet REXROTH», nous avons constaté que le processus de conception est co-évolutif. Nous avons proposé une démarche pour aider les concepteurs à faire des améliorations continues sur des produits dans des délais minimaux suite à une visibilité globale de toutes les relations entre tous les composants du produit. Suite à la difficulté face à ce produit (engin 9210) très compliqué, cela a été testé sur un produit plus simple qu'est la pince.

Annexes

	PROCEDURE GESTION DES PROJETS	CHAPITRE 5.4.14.01
		DATE DE MISE EN APPL: 26.07.05
		INDEX DE MODIFICATION : 0
		Annule :
Revue de Procédure N° : 08 /2005 du 26.07.05		APPROBATION : H.ALLALI FONCTION : DIR. DU COMPLEXE VISA :



SOMMAIRE

1. OBJET
2. DOMAINE D'APPLICATION
3. REFERENCES
4. DEFINITION
5. COMITE DE DEVELOPPEMET ET D'INVESTISSEMENT
6. GESTION DU PROJET
 - 6.1 Initialisation
 - 6.2 Etude d'opportunité
 - 6.3 Validation de l'étude d'opportunité
 - 6.4 Lancement du projet
 - 6.5 Revue du projet
 - 6.6 Clôture du projet
7. RESPONSABILITES
8. LOGIGRAMME

1- OBJET

Cette procédure a pour but de définir les modalités pratiques pour la gestion d'un projet depuis l'expression du besoin jusqu'à sa clôture.

2. DOMAINE D'APPLICATION

Cette procédure s'applique à toute exigence d'évolution du complexe dans son espace de compétition telles que :

- Etude et développement de nouveaux produits
- Etude et développement sur commande d'un client
- Adaptation du produit (diversification des fournisseurs, veille technologique)
- Abandon d'un produit
- Amélioration des moyens de production
- Investissements (Evolution du site de production, Equipements ...)
- Restructuration et réorganisation du complexe
- Développement du système d'information

Cette procédure s'applique aux projets et investissements juges stratégiques pour le développement et la pérennité du complexe

3 - REFERENCES

- AFNOR X50-105 Gestion des projets

4 - DEFINITION

Un projet est une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité à venir, il est défini et mis en œuvre pour répondre au besoin d'un client et implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources données (AFNOR X50-105)

5 – COMITE DE DEVELOPPEMENT ET D'INVESTISSEMENT

Le comité de développement et d'investissement (CDI) est l'instance officielle au sein du complexe, chargée de la validation d'un projet dans toutes ses phases.

Le CDI est composé de :

- Directeur de complexe : Président
- Directeur des réalisations : Membre
- Directeur des Finances : Membre
- Directeur des approvisionnements : Membre
- Directeur de L'organisation : Membre
- Le responsable du PCO : Charge du Secrétariat

Le CDI se réunit en séance ordinaire mensuellement pour la revue éventuelle et l'évaluation des projets engagés, l'examen des nouveaux dossiers (Avant Projet) introduits par les structures et la clôture des projets achevés, et en séance extraordinaire pour traiter des situations exceptionnelles et urgentes.

A titre consultatif, le CDI peut faire appel à toute compétence du complexe pour participer à ses réunions.

6 – GESTION DU PROJET

6.1 – INITIALISATION DU PROJET

A partir du constat d'un dysfonctionnement, de la demande d'un client, d'un changement de législation, d'une idée ou d'une ambition, le demandeur ou l'initiateur soumet sa demande à la structure compétente (structure concernée par le projet).

Cette demande est formalisée par :

- Un cahier des charges, bon de commande, correspondance ... pour les clients externes
- Une fiche d'action, note interne, demande d'investissement ... pour les clients internes.

La structure compétente procède à une analyse préalable, à une revue avec le client, à une éventuelle concertation avec d'autres structures du complexe pour se prononcer sur l'opportunité, l'importance et la recevabilité de la demande.

En cas d'acceptation, le directeur de la structure désigne un charge d'études pour réaliser une **étude d'opportunité** et préparer le dossier « Avant Projet ».

6.2 - ETUDE D'OPPORTUNITE (Avant Projet)

Dans sa démarche le charge d'études doit cerner son sujet dans tous ses aspects en se rapprochant des structures et personnes pouvant l'assister dans son entreprise.

Pour ce faire il doit :

- a - Recueillir les informations par l'analyse et la traduction de la demande du client pour définir

- L'objet du projet
- La description du projet
- L'origine du projet
- Le client
- Le périmètre du projet
- Les objectifs et enjeux recherches (Performances techniques, Qualité, sécurité de l'emploi, Economiques, organisationnels....)

- b – procéder à une expertise et une étude de faisabilité

- La pertinence du projet par rapport au contexte (objectifs et priorités du complexe, d'autres projets ou actions en cours, potentiels du complexe)
- Produit (viabilité, valeur ajoutée, positionnement, environnement ...)
- Compétences requises (potentiel technologique, spécifiques ou générales, Formation nécessaire, Recours à des compétences externes)

- Ressources financières (prévisions budgétaires et coûts, gains attendus, plan de financement)
- Ressources Matérielles (internes, nouvelles acquisitions, logistique, moyens de communication
- Risques (étude des contraintes, évaluation des risques et conditions de réussite, Impacts organisationnels et humains, incidence sur l'existant, expériences antérieures,
- Exigences qualité (normatives, réglementaires
- Planification (délais prévisionnels, séquençement des travaux « réseaux PERT, Diagramme de GANTT ».....)

- c – Formaliser son étude par la constitution du dossier (Avant Projet)

- Formaliser le besoin du client sous une forme utilisable par les structures du complexe (synthèse d'études, croquis, maquettes, cahier des charges fonctionnel
- Etablir une **fiche avant projet** (Formulaire N° 060058980) en 3 exemplaires
- Etablir un TCR et un budget prévisionnel
- Etablir un planning prévisionnel de réalisation
- Etablir ou collecter tout autre document nécessaire à la compréhension du projet (selon la typologie du projet)

6.3 – VALIDATION DE L'ETUDE D'OPPORTUNITE (Avant projet)

Le charge d'études soumet le dossier avant projet finalise, au directeur de la structure compétente, qui le transmet après approbation au secrétariat du comité de développement et d'investissement (CDI) pour examen et décision.

Lors de la réunion ordinaire du CDI, le charge d'études est convoqué pour exposer et défendre son étude d'opportunité (dossier avant projet).

Trois cas peuvent se présenter :

- 1 – Acceptation du dossier
- 2 – Revue du dossier
- 3 – Rejet du dossier

Dans tous les cas, le comité retourne un exemplaire de la **fiche avant projet** comportant sa décision, à la structure émettrice, par le biais de son secrétariat.

6.4 – LANCEMENT DU PROJET

En cas d'acceptation du dossier par le CDI

- L'étude d'opportunité (avant projet) est inscrite comme projet au complexe
- Le directeur du complexe nomme un chef de projet et désigne une équipe de pilotage

Le projet est exécuté selon le dossier présenté et validé par le CDI, en respect des procédures d'organisation et de travail en vigueur au sein du complexe.

Tout au long du projet, le chef de projet doit réaliser un certain nombre d'activités de pilotage en parallèle des travaux techniques de son domaine de compétences habituel

- Ressources financières (prévisions budgétaires et coûts, gains attendus, plan de financement)
- Ressources Matérielles (internes, nouvelles acquisitions, logistique, moyens de communication
- Risques (étude des contraintes, évaluation des risques et conditions de réussite, Impacts organisationnels et humains, incidence sur l'existant, expériences antérieures,
- Exigences qualité (normatives, réglementaires
- Planification (délais prévisionnels, séquençement des travaux « réseaux PERT, Diagramme de GANTT ».....)

- c – Formaliser son étude par la constitution du dossier (Avant Projet)

- Formaliser le besoin du client sous une forme utilisable par les structures du complexe (synthèse d'études, croquis, maquettes, cahier des charges fonctionnel
- Etablir une **fiche avant projet** (Formulaire N° 060058980) en 3 exemplaires
- Etablir un TCR et un budget prévisionnel
- Etablir un planning prévisionnel de réalisation
- Etablir ou collecter tout autre document nécessaire à la compréhension du projet (selon la typologie du projet)

6.3 – VALIDATION DE L'ETUDE D'OPPORTUNITE (Avant projet)

Le charge d'études soumet le dossier avant projet finalise, au directeur de la structure compétente, qui le transmet après approbation au secrétariat du comité de développement et d'investissement (CDI) pour examen et décision.

Lors de la réunion ordinaire du CDI, le charge d'études est convoqué pour exposer et défendre son étude d'opportunité (dossier avant projet).

Trois cas peuvent se présenter :

- 1 – Acceptation du dossier
- 2 – Revue du dossier
- 3 – Rejet du dossier

Dans tous les cas, le comité retourne un exemplaire de la **fiche avant projet** comportant sa décision, à la structure émettrice, par le biais de son secrétariat.

6.4 – LANCEMENT DU PROJET

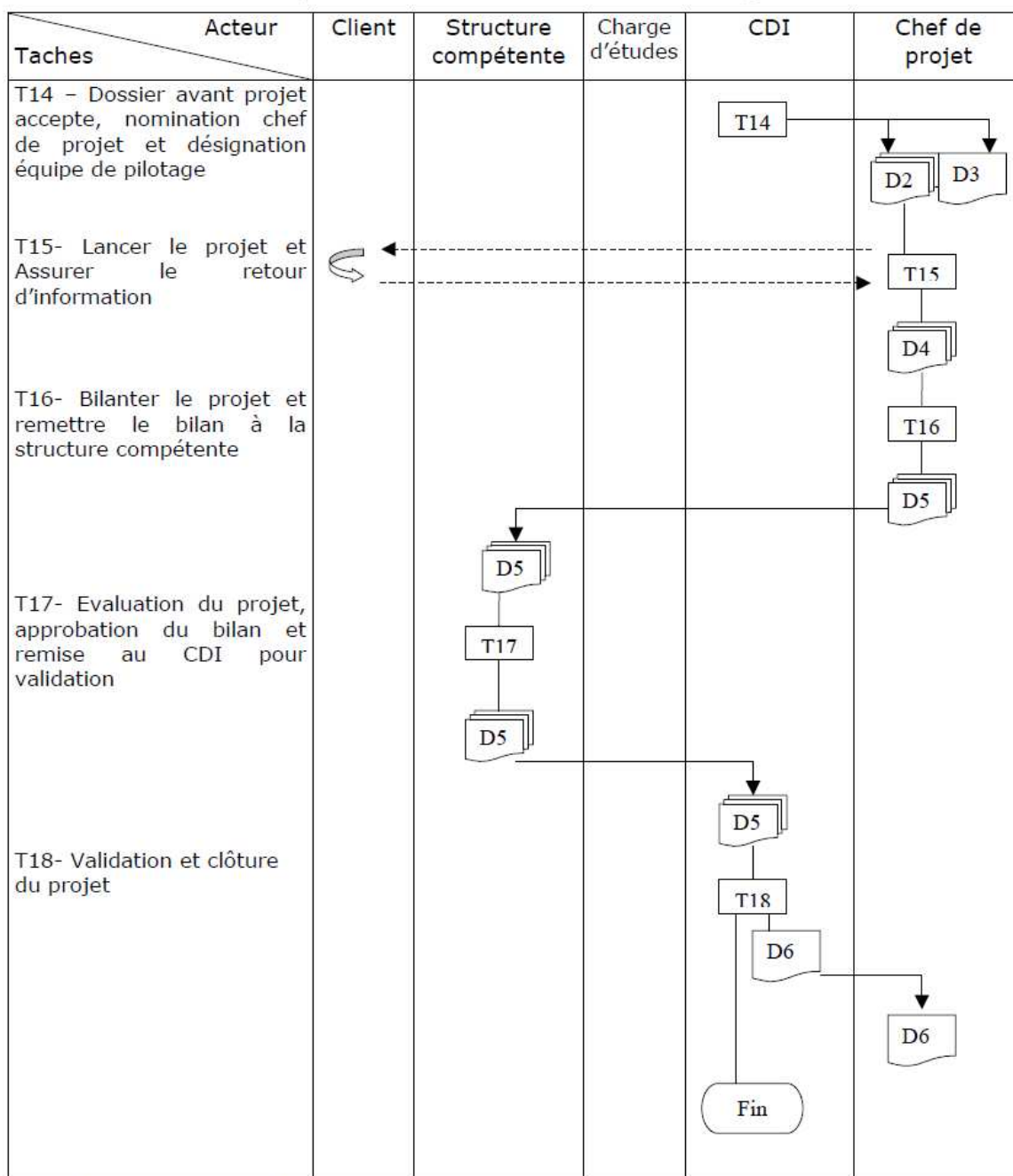
En cas d'acceptation du dossier par le CDI

- L'étude d'opportunité (avant projet) est inscrite comme projet au complexe
- Le directeur du complexe nomme un chef de projet et désigne une équipe de pilotage

Le projet est exécuté selon le dossier présenté et valide par le CDI, en respect des procédures d'organisation et de travail en vigueur au sein du complexe.

Tout au long du projet, le chef de projet doit réaliser un certain nombre d'activités de pilotage en parallèle des travaux techniques de son domaine de compétences habituel





D1 : Demande du Client
 D2 : Dossier Avant projet
 D3 : Décision de nomination chef projet
 D4 : Dossier du projet
 D5 : Bilan final du projet
 D6 : Décision de fin de mission

ENMTP / CPG										
Constr.				N° de modif.			Diffusion de Modification			
4	6	IM 33	34	Ind 59	Délai de modif. 60		64			
CC 13	N° d'ident. ensemble 15	Pos. 16 18	N° d'ident. anc/nouv 19 27	C E 28	I a d 29	I R 30	FQ	Quantité installée 48	Dénomination	N° de dessin anc/nouv
					1					
					1					
					1					
					1					
					1					
					1					
					1					
Observ. Concernant la modification								2 info retour de modification nécessaire oui - non 3 remarque concernant l'interchangeabilité et la livraison de pièce de rechange date _____ Nom _____ Feuille _____		

CPG / 0600 05980 / 09 /0

Info. Retour de modification

1- Machine _____

2 - Ensemble _____

Demande de modification

N°

Diffusion de modification

Dénomination	N° de dessin anc.	N° d'ident. Anc.	Nb pces En stock	Nb pces Brutes en stock	Nb pces En commande	Nb pces total	Nb pces De rech.	Nb pces rebut

3 - remarque lors de la livraison de pièces de rechange _____

4- Montage probable des nouvelles pièces

Type _____ N° de série _____ Type _____ N° de série _____
 Type _____ N° de série _____ Type _____ N° de série _____
 Type _____ N° de série _____ Type _____ N° de série _____
 Date _____ Nom _____ visa _____

A remplir par la production (contrôle)

Les pièces modifiées ont été montées sur les machines suivantes

Type _____ N° de série _____ Type _____ N° de série _____
 Type _____ N° de série _____ Type _____ N° de série _____
 Type _____ N° de série _____ Type _____ N° de série _____

Ces données sont impératives
 Toutefois si un décalage devait
 se faire, il faut informer immédiatement
 Le service listes de pièces de rechange
 Par écrit. Cette information doit passer
 Par le bureau des méthodes

Date _____

Nom _____

	DEMANDE DE MODIFICATION N°		Degré d'urgence :
	Engin :	Ensemble :	N° d'identificat.
Pièces ou ensemble concernés :		Interchangeable	
		oui	non
Nature de la modification :			
Raison de la modification :			
Info , retour de fabrication nécessaire ? oui - non			
Remarques lors de la livraison des pièces de rechange :			
Dispositifs et outillages devant être modifiés :			
Modèle ou matrice devant être modifié :			
Modification demandée le :		par :	
Département :		signature du chef de département :	
Modification approuvée le :		par :	signature :
Modification refusée le :		par :	signature :
Raisons du refus :			

CPG / 060006480 / 03 / 2

ANNEXE A LA DEMANDE DE MODIFICATION N°	
GESTION DES STOCKS	Quantité en stock : _____ Demande d'achat N° : _____ Délais : _____ Date : _____ visa du chef de département : _____
ACHATS	Commande N° : _____ Quantité : _____ Délais de livraison : _____ Date : _____ visa du chef de département : _____
DECISION DU GROUPE TECHNIQUE	

E.N.M.T.P		DEMANDE DE MODIFICATION DE DISPOSITIF		N° COURANT	
Etablie le :		Par :		N° poste trav. / N° mach :	
N° DISPOSITIF		Désignation du dispositif :			
0	6				
Pièces unitaires :					
N° IDENT. PIECE A USINER		Désignation :			
Nature de la modification :				1. EED	
				2. EFD	
				3. MEP	
				4. MG	
				5. n	
Correction :					
Etude établie au B.E.O		Remarques :		Manq. Dessin	
Nom :				Dess. Inc. :	
Commencée le :				Dess. Comm. :	
Achevée le :				N° Telex :	
Transmis pour complément d'étude :				Dem. de mod. :	
Esquisse :				Dem. de disp. :	
Dessin modifié :		Reçu B.M :			
Nomenclature :		Date :		Sign_:	
Divers :					

CPG / 060024580 / 03 / 0

	○ DEMANDE DE DISPOSITIF										N° d'ident. De dispositif				
	○ MODIFICATION DE DISPOSITIF										N° de groupe				
Délai prévu	N° d'ordre					CFI	Gr. Mach.	Quantité	Date d'établissement						
Désignation du dispositif :															
N° de séquence d'opération :					Désignation de la séquence d'opération										
					ZONE 047					ZONE 048					
					9110	9111	9210	9211	9411	1012	1025	1020	1035	Ind.	
Disp. Stationnaire 0														0	
Raison de la demande de : usinage 0 interchangeabilité 0															
Désignation de la pièce					N° de dessin				N° d'ident.	Type D'engin	Nbre de P/engin	Besoin annuel			
P : Feuille annexe 0 Dessin avec esquisse 0 Autres 0															
Bureau de méthodes : Préparateur :															
Dates finition dessin : Finition dispositif :															
Constructeur :					Dessin :				Reçu B.M :						
Pour B.E.O. :					Nomenclature :				Date :						
					Divers :				N° d'ordre :						
Fabrication :					Propre 0				à :						
					Extérieure 0										
Contrôle : Mesure 0					Fonctionnement 0				Date : Signature C . Q . :						
Remarques :															
Magasin	Casier				Poids				Besoin d'espace						
Participants à la réunion : D.T. 0 BM 0 Usinage 0 C.M. 0 Montage 0 B.E.O. 0															
Accordé 0					Refusé 0				Date : signature :						

CPG / 060042080 / 06 / 1

Références bibliographiques

- [AFN 92] AFNOR. “NF L00-007: Industrie aéronautique et spatial – Vocabulaire –Termes généraux”, Association Française de NORmalisation, Paris, mai 1992
- [ALH 09] Hayder ALHOMSI ; Peggy ZWOLINSKI. «Utilisation de règles DfE en conception préliminaire pour une évaluation environnementale qualitative des produits par les concepteurs ». 11ème Colloque National AIP PRIMECA, 2009.
- [Cav 95] Jean CAVAILLES ; «Méthodes de management de programme », 2ème édition, DGA- Teknea, 1995
- [Con 05] Chapter 1 of Dialogue Mapping: Building Shared Understanding of Wicked Problems, by Jeff Conklin, Ph.D Wicked Problems and Social Complexity
- [DAR 03] dardy,f: guide de la compétitivité industrielle démarche de conception de la conception à la production, Edition Delagrave, 2003
- [De 96] De Terssac, G., (1996). *Le travail de conception : de quoi parle-on ?* Coopération et Conception. Octares Editions, Toulouse – France.
- [DEL 91] "Analyse de la valeur", G. Delafollie, Ed. Hachette Technique, 1991
- [Ger 01] Gero J.S. Mass customisation of creative designs. In International Confrence on Engeneering Design ICED'01, Glasgow, 2001
- [Hao 06] Nizar HAOUES, contribution à l'intégration des contraintes de désassemblage et de recyclage dès les premières phases de conception de produits, Thèse de doctorat, ENSAM, Juin 2006
- [Hat 96] Hatchuel, A., Apprentissages collectifs et activités de conception, Apprentissages formels et informels dans les organisations. Collection dossiers documentaires. Editions Anact, 1996.
- [Jea 98]Alain JEANTET. « les objets intermédiaire dans la conception. Elément pour une sociologie des processus de conception », Sociologie du travail, n°3, 1998.
- [Lem 09] Fouad LEMMOUCHI. « Modélisation des exigences en conception de produits industriels : apport de l’outil BDF », mémoire de master, Grenoble INP Génie Industriel, 2009

- [Lim 03] Dokshin LIM, modélisation du processus de conception centrée utilisateur, basée sur l'intégration des méthodes et outils de l'ergonomie cognitive : application a la conception d'IHM pour la télévision interactive, Thèse de doctorat, ENSAM, Septembre 2003
- [Lon 04] Pierre LONCHAMPT Co-évolution et processus de conception intégrée de produits : Modèle et support de l'activité de conception, Thèse de doctorat, INPG, Juin 2004
- [Mar 06] A Model of Co-evolutionary Design MARY LOU MAHER Department of Architectural and Design Science The University of Sydney, NSW 2006, Australia
- [Mis 90] F.MISTREE, W.F.SMITH, B.A. BRAS, J.K.ALLEN, D.MUSTER. "Decision-Based Design: A Contemporary Paradigm for Ship Design", Transactions of the society of naval architects and marine engineers, Vol.98, 1990
- [Noy 02] Dédier NOYE. L'amélioration participative des processus. INSP consulting editions, 3ème édition, 2002.
- [Pah 96] Pahl G. Beitz W. Enineering design a systematic approach. *Springer-Verlag*, 2nd édition, 1996.
- [Pug 91] Stuart PUGH. "Total Design- Integrated methods for successful product engineering", Pearson Education Limited, Addison- Wesley Publishers Ltd, 1991
- [Ras 10] Golnoosh RASOULIFAR. « Flux fonctionnels et réseau d'exigences en conception collaborative de produits industriels », mémoire de master, Grenoble INP Génie Industriel, 2010
- [Rey 01] Isabelle M.M.J.REYMEN. "Improving design processes though structured reflexion – A domain-independent approach", Ph.D Thesis, Eindhoven, the Netherlands, 2001
- [Rit 08] Tom RITCHEY, Wicked Problems Structuring Social Messes with Morphological Analysis, Swedish Morphological Society, 2008
- [Sca 04] Dominique SCARAVETTI. " Formalisation préalable d'un problème de conception, pour l'aide a la décision en conception préliminaire", Thèse de doctorat, ENSAM, décembre 2004
- [Suh 90] Nam Poy SUH. « The principles of design »,Oxford University Press, New York, 1990.
- [Ull 03] Davide G.ULLMAN. "The mechanical design process", 3rd edition, McGraw-Hill Higher Education, New York, 2003

[Ulr 00] Karl T.ULRICH, Steven D.EPPINGER, “Product design and development”, 2nd edition, McGraw-Hill Higher Education, USA, 2000

[Vad 96] Philippe VARCARD. “Aide à la programmation des outils en conception de produit”, Thèse de doctorat, ENSAM, novembre 1996

[Wal 00] Ken M. WALLACE, Lucienne T.M. BLESSING. “Observations on some german contributions to engineering design – In memory of Professor W. Beitz”, Research in Engineering Design, N°12, 2000

[Woo 01] Kristin L.WOOD, James L.GREER. “Function-based synthesis methods in engineering design in formal engineering design synthesis”, Erik K. ANTOSSEON and Jonathan CAGAN Editors, Cambridge University Press, 2001