

EVALUATION DE LA PERFORMANCE DES PROCESSUS COLLABORATIFS EN CONCEPTION DE PRODUITS

Genoveva TOPLICEANU¹, Vincent ROBIN², Constantin ISPAS³, Philippe GIRARD⁴

Managementul proiectelor presupune, nu doar alocarea de resurse în scopul satisfacerii obiectivelor proiectului, ci și, favorizarea colaborării actorilor implicați în proiect. Pe parcursul derulării proiectului, managerul de proiect trebuie să analizeze condițiile reale în care se desfășoară proiectul și să favorizeze colaborarea, atunci când situația o impune. Acest articol prezintă concepțele care permit analizarea și îmbunătățirea condițiilor de proiectare în mediul de concepție. Vom prezenta fazele de implementare și pilotarea a unui astfel de mediu și vom arăta importanța tipului de colaborare promovată de managerul de proiect în reușita activității de colaborare. Astfel pe baza analizei condițiilor de proiectare, a unui studiu al mecanismelor de colaborare în echipa de designeri, ne-am propus să definim o metodologie de pilotare a proceselor colaborative.

The project management has not only to concern resources allocation process to best satisfaction the objectives assigned, but also to promote collaboration between the actors involved in the project. During the project, the project leader will analyze the real state of design conditions and stimulate the collaborating conditions when it is necessary. This paper presents the concepts to analyze and develop the design conditions through the implementation of a design environment. We present the phases of practical evolution and the management of such an environment and present the importance of the collaboration type promoted by project manager in the success of a collaborative activity. Thus, based on a design conditions analysis, the studies of the collaboration mechanisms in a designer's team, we intend to define a collaborative process management methodology.

Le pilotage des projets consiste non seulement à allouer des ressources pour satisfaire au mieux les objectifs assignés au projet, mais également à favoriser la collaboration entre les acteurs impliqués dans le projet. Pendant le déroulement du projet, le chef de projet doit pouvoir analyser la situation de conception existante et encourager l'apparition d'une situation de collaboration si le besoin s'en fait sentir. Cet article présente les concepts permettant d'analyser et de faire évoluer une situation de conception par le biais de la mise en place d'un environnement de conception. Nous décrirons les phases de mise en place et de pilotage d'un tel

¹ PhD Student, Faculty of Engineering and Management of Technological Systems, Universite POLITEHNICA Bucarest, Romania

² PhD Eng., Associate Prof. University of Bordeaux – IMS Laboratory, FRANCE

³ Prof., Faculty of Engineering and Management of Technological Systems, Universite POLITEHNICA Bucarest, Romania

⁴ Prof. University of Bordeaux – IMS Laboratory, FRANCE.

environnement et nous montrerons l'importance du type de collaboration préconisé par le chef de projet dans la réussite d'une activité collaborative. Ainsi, sur la base d'une analyse de la situation de conception, d'une étude des mécanismes de collaboration dans les équipes de concepteurs, nous nous proposons de définir une méthodologie de pilotage des processus collaboratifs.

Mots Clés : Management de la conception, inducteurs de performance, processus de décision, culture organisationnelle.

1. Introduction

Le processus de conception est un ensemble d'activités organisées de telle sorte à satisfaire les objectifs de la conception dans un contexte spécifique. Les objectifs de la conception concernent surtout la définition du produit. Ils sont dépendants de la structure de l'entreprise [1], des différentes activités du processus de conception et sont influencés par la technologie et par les ressources humaines et physiques [2]. De nombreux modèles de la conception ont été proposés [3]. L'étude des différents modèles met en évidence le fait que, en fonction du type de conception, les objets de la conception sont différents. Lorsque les étapes de résolution sont connues (processus routinier), le projet est structuré en fonction des différentes activités qui vont transformer la connaissance sur le produit. Le chef de projet décompose le projet en fonction des activités qui ont été identifiées et les tâches des concepteurs sont alors assez prescrites. Dans ce cas, c'est le respect du délai qui est l'objectif de performance le plus important à atteindre. Ainsi, le chef de projet décide de la synchronisation entre les ressources humaines et matérielles disponibles et les besoins des activités. Dans les autres cas, la conception est considérée comme un processus émergent de résolution de problèmes, comme un processus créatif ou innovant, et les activités ne structureront plus le projet. La conception doit alors être identifiée comme un processus de construction de solutions [4]. Le projet est alors organisé pour favoriser la collaboration entre les acteurs du processus et le chef de projet cherche à créer des situations de conception qui faciliteront l'émergence de solutions. Il décide de l'organisation la mieux adaptée pour favoriser le travail collaboratif. Dans cet article nous nous attacherons plus particulièrement à ce type de projet, aux outils et méthodes à mettre en œuvre pour aider le chef de projet dans son activité de pilotage de tels projets. Cet article est une synthèse de nos travaux sur l'évaluation de la performance des processus de conception collaboratifs. La première partie de l'article présente un modèle de description du système de conception en vue de son pilotage. Sur la base de ce modèle, nous proposons ensuite de fournir les outils et une méthodologie pour l'aide au pilotage des projets collaboratifs. Ceci permettra de mettre en place des indicateurs de performance adaptés à chaque projet et à chaque situation de conception. Enfin,

une étude de cas sur la conception du carénage du mât moteur de l'Airbus A380 montrera les intérêts du pilotage d'un processus de conception par le biais des environnements de conception.

2. Analyse des processus de conception

La complexité croissante des processus de conception et les objectifs de coût, de qualité et de délais de plus en plus restrictifs, obligent à intégrer de plus en plus d'expertises, ce qui fait qu'ils sont aujourd'hui basés sur la collaboration entre les acteurs [5]. Dans ce contexte, un des objectifs de la conduite de la conception est de définir et d'organiser le système au sein duquel la conception du produit va avoir lieu, en fonction des besoins de collaboration. Le pilotage des activités de conception collaboratives nécessite la compréhension du contexte dans lequel va se dérouler le processus de conception [6] pour identifier les éléments qui vont avoir une influence sur le processus et pour ainsi pouvoir faire évoluer de façon favorable ce contexte. De nombreux modèles de description d'un projet ont été proposés [7], [8]. Marle [9] propose de considérer trois espaces : l'espace produit, l'espace processus et l'espace organisation. Il complète cette vision en tenant compte de sept objets à l'intérieur de ces espaces : le projet, le livrable, l'objectif, l'activité, l'acteur, la décision et les retombées du projet. Cette première approche dans la description des constituants du projet doit être complétée pour pouvoir être utilisable en termes de pilotage de la conception. Ainsi, de nombreux éléments qui peuvent influencer le processus et provenant du contexte de la conception ne sont pas pris en compte. En effet, il faut non seulement décrire le projet mais aussi le système de conception dans lequel il s'intègre. Comme le souligne Gero [10], la conception est avant tout une activité humaine et il est très difficile de comprendre toutes les actions menées par les concepteurs. La description du système de conception doit considérer des aspects plus globaux que ceux proposés par Marle pour ainsi mieux appréhender les facteurs qui influenceront les acteurs de la conception. Gero montre que l'évolution du produit se fait en fonction des interactions qui existent entre le processus de conception et les environnements « naturel » et socio-culturel dans lesquels évoluent les acteurs. Il octroie un rôle central à l'humain dans le processus de conception puisque c'est à travers lui que se concrétisent, en termes d'évolution du produit, les interactions entre les éléments du contexte. On retrouve cette vision chez Eder [11] qui propose une description du contexte dans lequel se déroule l'activité de conception et qui positionne cette activité à l'intersection de trois axes : un axe socio-culturel, un axe technologique et scientifique et un axe économico-organisationnel. Il définit le contexte en considérant des aspects liés au produit, au processus mais tout en tenant compte d'aspects humains, sociaux et organisationnel. Une synthèse de ces différentes

approches montre que si l'on doit décrire le contexte au sein duquel va se dérouler le processus de conception, ceci devra être fait en considérant les aspects humains, le savoir scientifique et technologique, et enfin l'environnement socio-économique et organisationnel (Fig. 1).

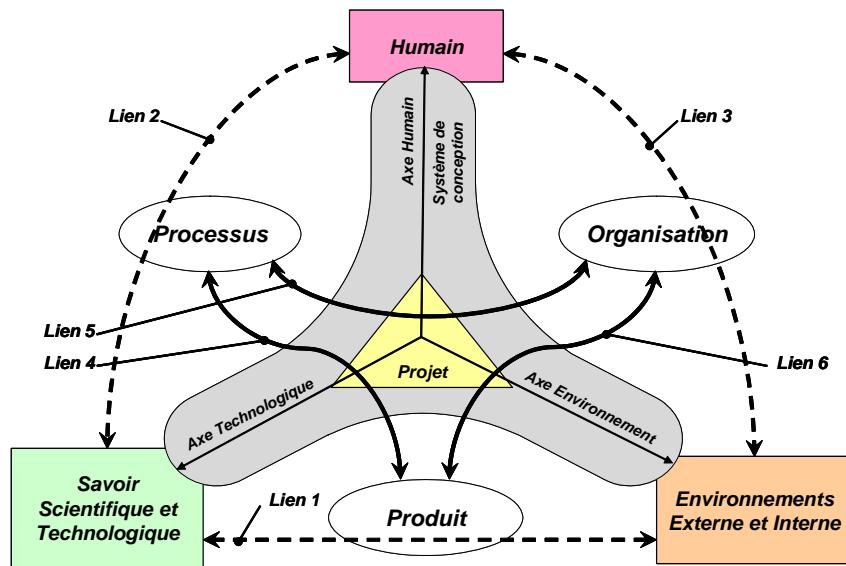


Fig. 1. Modèle de description du système de conception

Cette description permet de positionner le système de conception dans un contexte global, regroupant les environnements interne et externe, les aspects humains et le savoir scientifique et technologique. Les environnements interne et externe représentent l'entreprise (sa structure, ses fonctions, ses capacités matérielles et financières,...) et son environnement (les concurrents, les sous traitants, le marché, les clients, la société,...). Les aspects humains concernent tout ce qui touche aux ressources humaines qui vont intervenir dans le projet. Chaque acteur aura un rôle défini, des responsabilités assignées, une certaine disponibilité,... Les compétences de chacun et les aspects psychosociologiques seront aussi à prendre en considération (sociabilité, apprentissage,...). L'objectif est, en plus des critères classiques de description et d'évaluation des acteurs, de prendre en compte les aspects « humains » décrits, par exemple, par Guilford (modèle de la structure de l'intellect humain) [12], Maslow (niveaux des besoins de l'humain) [13] ou Vickers (niveaux de communication) [14]. L'intérêt étant de pouvoir proposer un modèle de pilotage qui intégrerait des éléments centrés sur les acteurs. Ceci favoriserait le développement d'activités collaboratives par le fait que l'on ne se cantonnerait plus à de la gestion de ressources humaines « classique » mais que l'on se tournerait plutôt vers une gestion qui en plus des

compétences « scientifiques et techniques » tiendrait compte aussi des compétences « psychosociologiques ». Enfin, le savoir scientifique et technologique regroupe les éléments qu'Eder a positionnés sur l'axe technoscientifique (les sciences fondamentales, les sciences de l'ingénieur, les procédés de fabrication, les technologies,...). Cela correspond à une cartographie des savoirs et des technologies présents dans l'entreprise.

Lorsque l'on a décrit le système de conception par le biais de ces éléments, on obtient une vision statique du système, une image de celui-ci à un instant donné. Pour voir apparaître sa dynamique d'évolution il faut mettre en évidence les interactions qui existent entre tous les éléments. Elles vont être des facteurs très influant sur le projet. C'est en agissant sur le contexte et sur les interactions contexte/contexte et contexte/système que l'on peut avoir une action sur le système. Chaque lien (lien 1 à 3, Figure 2) étant spécifique, il faut y associer un modèle cohérent et adapté. Pour prendre en compte ces interactions, nous proposons de les appréhender au travers d'un modèle produit (lien 1), d'un modèle processus (lien 2) et d'un modèle organisation (lien 3). Le modèle produit est positionné entre les environnements et le savoir, car c'est à travers lui que le savoir et la technologie d'une entreprise sont visibles en externe. En d'autres termes, c'est grâce au produit qu'une entreprise peut se positionner sur un marché, par rapport à ses concurrents (benchmarking), et c'est à travers lui qu'elle va montrer sa technicité. Le modèle processus est quant à lui placé entre le savoir et l'humain car les processus seront le lieu où les acteurs transformeront le savoir en résultats tangibles sur le produit. Enfin, le modèle organisation est entre les environnements et les humains puisque au niveau organisationnel, le pilotage se traduira par l'affectation de ressources et par la mise en place d'une organisation adaptée vis à vis d'une situation donnée. L'ensemble des éléments et les liens 1 à 3 donnent une vision globale du système de conception et de la performance globale de l'entreprise. Ils vont avoir une influence sur le projet mais pour le piloter d'une façon plus opérationnelle, il faut agir sur les interactions entre les modèles produit, processus et organisation (liens 4 à 6, Figure 2). C'est en effet dans l'évolution des modèles et dans les relations qu'ils ont les uns avec les autres que le projet va se construire.

Cette description fournit simplement un cadre de travail pour les décideurs. Nous avons décrit le système d'un point de vue statique et dynamique mais nous ne sommes pas, en l'état, capable de piloter des projets de conception. Pour ce faire, et sur la base de cette description, il faut définir tout un ensemble d'outils et une méthode pour piloter le système et le processus de conception. Le paragraphe suivant rappelle les outils et la méthode de pilotage que nous avons développés.

3. Evaluation de la performance des processus collaboratifs de conception

L'évaluation du processus de conception doit se faire sur des activités discrétionnaires de plus en plus collaboratives [15]. Ainsi, il n'est plus suffisant de mesurer et de gérer les données « produit » ou le processus de conception. L'évaluation doit aussi porter sur les interactions qui vont générer le processus. Le système de mesure de la performance doit aller au delà des systèmes et des indicateurs classiques. Il doit prendre en compte les interactions qui existent entre les objectifs, les leviers d'actions et les indicateurs de performance pour fournir des informations pertinentes pour la création d'un contexte favorable à la collaboration. Ces interactions doivent être considérées avec une vision produit, processus et organisation. Mais elles concernent aussi les aspects humains et le style de management du processus de conception. Pour le pilotage des situations collaboratives entre les acteurs, se sont ces deux derniers éléments qui vont particulièrement nous intéresser. Ainsi, nous allons maintenant définir un cadre pour le pilotage et l'évaluation, centrée sur l'acteur, des processus collaboratifs de conception.

3.1. Description et pilotage d'un environnement de conception

L'évaluation du projet de conception est basée sur le modèle GRAI et complétée par le concept d'environnement de conception. Dans un premier temps, nous décrirons le modèle GRAI et nous présenterons le concept d'environnement de conception. Puis, nous montrerons l'intégration des acteurs de la conception dans les environnements et la façon de les piloter par le biais d'un système de mesure de la performance adapté à chaque situation de collaboration. Pour évaluer le projet au fur et à mesure de son déroulement, il va falloir prendre en compte l'évolution de tous les aspects que nous avons présentés au paragraphe précédent. Le modèle GRAI [16] regroupe une partie de ces éléments et peut servir de base pour le développement d'un modèle de pilotage plus complet. Le modèle GRAI décompose le système en un système décisionnel et un système technologique (Fig. 3). Cette décomposition permet de suivre l'évolution de la situation de conception par le fait que l'on peut évaluer l'influence d'une prise de décision sur le centre de conception. Le chef de projet peut ainsi coordonner plusieurs projets en parallèle. Ce modèle fournit un cadre pour la prise de décision mais il est relativement mal adapté à une situation collaborative dans le sens où il permet de conduire le processus de conception mais pas de piloter les activités de conception proprement dites. En effet, pour être efficace lors du pilotage d'activités collaboratives, le suivi de l'évolution du centre de conception doit se faire en continu et ce modèle ne le permet pas. L'objectif est d'influencer le contexte de la conception pour favoriser des situations de collaboration entre les acteurs. C'est

pour cela que nous avons développé le concept d'environnement de conception [17]. L'environnement de conception est défini comme le contexte dans lequel on souhaite placer les acteurs de la conception dans le but d'atteindre les objectifs fixés. Cet environnement va intégrer des aspects liés à la collaboration entre les acteurs et il va ainsi compléter le modèle GRAI existant. Ce concept va apporter une nouvelle dynamique au modèle GRAI en termes de pilotage des situations collaboratives. La dynamique du pilotage du processus de conception par le biais des environnements de conception est basée sur 4 phases principales :

- 1) Identification du besoin de collaborer,
- 2) Description de la situation existante,
- 3) Analyse et comparaison de la situation existante avec les objectifs du système de conception, dans le but de prendre une décision en ayant aussi défini les leviers d'action associés,
- 4) Mise en place et suivi d'un environnement de conception adapté à la situation de conception, pour faire évoluer efficacement le contexte dans lequel se déroule le processus de conception.

A chaque période, le décideur jugera de la nécessité de faire évoluer ou non le cadre de conception et l'environnement de conception. Ceci se fera sur la base de la description de la situation de conception existante, de l'identification ou non d'un besoin de collaborer et des indicateurs de performance. Le décideur comparera ces éléments avec les objectifs qui lui ont été assignés par le cadre de décision et décidera alors de mettre en place ou non un environnement de conception pour faire évoluer efficacement le contexte de conception. Ainsi, en fonction des leviers d'action à sa disposition, il assignera un nouveau cadre de conception au centre de conception piloté mais il définira également :

- ✓ les activités qui devront s'y dérouler,
- ✓ les organisations à mettre en place en fonction des activités collaboratives,
- ✓ les formes de collaborations recommandées pour faciliter le travail collaboratif des acteurs du centre de conception.

Il en sera de même tout au long de la progression du projet (a priori à chaque période).

3.2. Système de mesure de performances associé à un environnement

Comme le pilotage des environnements de conception nécessite la prise en compte des changements dans le contexte de conception, cela oblige au développement d'un système de mesure de performances considérant les objectifs de la conception, des leviers d'action et des indicateurs de performance particularisés en fonction de chaque situation. Les indicateurs de performances

sont nécessaires pour évaluer la pertinence de chaque situation intermédiaire mise en place pour répondre à un besoin de collaboration au regard des objectifs globaux. L'identification des leviers d'action, associés aux indicateurs de performance, permet au chef de projet d'adapter le contexte de travail des acteurs pour favoriser l'atteinte des objectifs. Pour aider le chef de projet à définir les leviers d'action et les indicateurs de performance, nous proposons une « grille de lecture » des situations collaboratives pour ainsi mieux les décrire et plus facilement identifier les éléments pertinents pour sa prise de décision.

3.2.1. Description du déroulement d'une situation collaborative

L'activité de collaboration durant le processus de conception peut être définie comme « une activité au cours de laquelle la tâche qui lui est assignée va être réalisée par une équipe ; tâche qui ne sera menée à bien, seulement par le fait d'un regroupement de ressources » [18]. Pour encourager la collaboration, Lang et Dickinson [18] indiquent que, lors de la création du groupe de travail, le chef de projet doit prendre en considération les aspects suivants :

- ✓ l'engagement et la propriété intellectuelle de chacun,
- ✓ le partage d'espaces de conception,
- ✓ les stimulants organisationnels (esprit d'équipe, degrés de coopération, réputation),
- ✓ le rôle et les responsabilités de chaque membre.

C'est la combinaison de ces éléments qui, en termes de gestion du groupe de travail, favorisera la collaboration dans le groupe au cours du processus de conception. Mais ils décrivent un contexte général de collaboration et ne prennent pas en compte clairement les aspects liés aux relations entre les membres du groupe. Ainsi, bien que les membres du groupe doivent être sélectionnés par le chef de projet de telle sorte que les aspects précédents soient renforcés positivement, leur définition n'est pas assez précise pour pouvoir piloter correctement la collaboration entre les acteurs. Ces aspects permettent simplement de stimuler les acteurs dans le but de faire que la collaboration se passe bien. Cela ne signifie en aucun cas que l'activité collaborative ait produit un résultat en accord avec les objectifs qui lui étaient assignés. Nous proposons de nous focaliser sur l'acteur en cherchant à comprendre comment les objectifs sont atteints lors d'une activité collaborative. L'efficacité de chaque situation de collaboration dépend de la capacité de chaque acteur à collaborer. Il est nécessaire d'être capable d'analyser la situation en fonction du contexte de la collaboration et des objectifs de la conception. Ceci nous a amené à définir différentes formes de collaboration correspondant à un contexte bien précis [19]. Cette ontologie des situations de collaboration s'articule suivant trois points de vue : la définition du processus, la liberté de collaborer et l'expérience collaborative (Fig. 2).

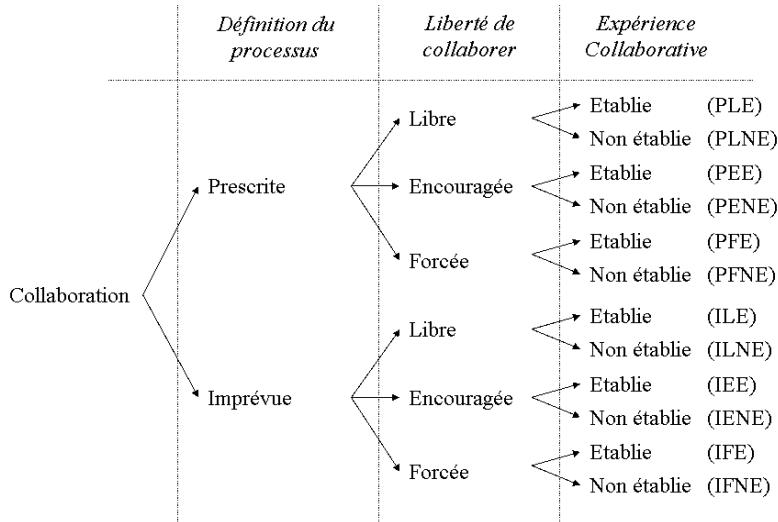


Fig. 2. Ontologie des situations de collaboration

Cette ontologie est un cadre qui permet au chef de projet soit de proposer une situation particulière pour répondre à un problème donné, soit d'identifier une situation qui peut apparaître au cours du processus. Ainsi, par le biais de cette description de la situation, il est possible de proposer des indicateurs de performance adaptés. Mais chaque situation va influencer de façon différente les actions et les décisions des acteurs de la conception. Ces influences participeront à la construction du processus et aideront à son pilotage en tant qu'inducteurs d'action. Les indicateurs de performance que l'on mettra en place seront centrés sur les acteurs pour bien prendre en compte ces influences spécifiques. Nous avons identifié quatre types d'interactions à prendre en compte et à piloter, entre l'acteur et le contexte au sein duquel il évolue [20]. La première forme concerne les interactions entre l'acteur et l'artefact (l'objet de la conception). Dans ce cas, il est nécessaire d'analyser les impacts de l'acteur sur l'évolution de la définition de l'artefact. Un autre point de vue considère les interactions entre l'acteur et le groupe auquel il appartient, deux types d'évaluation apparaissent alors. D'un coté, l'évaluation va être centrée sur l'acteur et sur ses relations avec les autres membres du groupe. Il sera pertinent d'identifier les vecteurs de collaboration et comment la collaboration apparaît entre les acteurs. L'objectif est de définir si la forme de collaboration et l'environnement mis en place sont bien adaptés en fonction des besoins de la conception et s'ils permettent l'évolution correcte des acteurs. D'un autre coté, au-delà de l'acteur, c'est toute la dynamique générale du groupe qu'il faudra mettre en évidence. Il est important d'identifier les facteurs qui vont créer un bon état d'esprit et la motivation au sein du groupe. Enfin, la dernière forme permet de faire ressortir les interactions entre le groupe (ou

l'acteur) et le contexte de la conception. Les facteurs internes et externes, qui vont avoir une influence sur le groupe et sur les acteurs, et chaque étape de l'évolution du groupe (ou de l'acteur) seront définis. Ainsi, les objectifs, les leviers d'action et les indicateurs de performance devront être identifiés en fonction de chaque forme de collaboration et de ces quatre types d'interactions. Le paragraphe suivant propose des exemples d'objectifs, de leviers d'action et d'indicateurs de performance adaptés à chaque situation.

3.2.2 Influence de la culture organisationnelle sur les activités collaboratives de conception

La notion de Culture Organisationnelle (CO) est apparue dans les champs économique et managérial au cours des 25 dernières années. Elle a été assimilée à une approche pour comprendre le comportement humain dans une organisation ou entreprise. Les différentes études sur la CO sont très riches et sont dirigées en fonction de : la définition de la CO [21][22][23], l'identification et la caractérisation des éléments constituants de la CO dans une organisation, les typologies et les méthodes d'évaluation [24][25]. Une nouvelle et révolutionnaire approche a été celle de Shein [26], qui a identifié trois niveaux d'influence de la CO sur les acteurs du plus visible au plus imperceptible. Cette influence au niveau individuel a été complétée par les études sur l'influence de la CO sur l'entreprise en termes d'objectifs et de performances [27], de stratégie, de qualité des produits et des services, de capacité d'innovation [28]. L'impact de la CO sur l'innovation a été très étudié mais ses influences sur le système de conception et sur le processus de conception, au niveau opérationnel, n'ont pas été mises en évidence de façon effective. Pour comprendre ces influences, nous proposons de focaliser leur étude sur l'acteur, un facteur clé de succès en conception. Notre approche est développée autour de l'analyse de l'impact de la CO sur les acteurs, à chaque niveau de décision. Cette analyse est présentée de façon synthétique dans le tableau 1.

Le processus de conception est un concept vaste qui a été structuré en fonction des activités de conception, des étapes de la conception, des domaines de la conception, des inducteurs de performances. Pour montrer l'influence du facteur CO nous avons considéré la structure du processus de conception au regard des niveaux de décision : le niveau de décision stratégique, le niveau de décision tactique et le niveau de décision opérationnel. Chaque niveau est caractérisé par des traits spécifiques qui impliquent différents inducteurs des performances.

Tableau 1

Eléments influencés par la CO à chaque niveau décisionnel et suivant différents niveaux de modélisation du système

		Eléments influencés par la CO suivant différents points de vue		
		Acteur	Projet de conception	Entreprise
Niveau décisionnel	Stratégique	Leadership, Personnalité, Comportement, Vision des traditions de l'entreprise.	Objectifs globaux du projet, Définition des attentes des clients.	Objectifs de l'entreprise, Définition globale des besoins des clients, Innovation dans l'entreprise, Relations avec l'environnement externe
	Tactique	Relations entre acteurs, Réseaux collaboratifs, Communication, Personnalité, Comportement	Création de l'équipe de concepteurs, Définition du processus de conception, Intégration et partage des connaissances.	Normes de l'entreprise, Réseaux collaboratifs, Organisation de l'entreprise.
	Opérationnel	Connaissance technique, Communication, Transformation de la connaissance, Personnalité, Comportements.		

Pour apprécier l'influence de la CO on a commencé avec les axiomes :

1. La CO aide au traitement des aspects subjectifs du processus de conception. La décision est composée par les éléments suivants : construire des alternatives, établir des critères et le choix. Chacun d'entre eux est caractérisé par un degré d'objectivité et de subjectivité spécifique.
2. La CO augmente les processus de socialisation, d'intériorisation et d'externalisation des connaissances

Les interactions identifiées par Robin [29] ont lieu dans le cadre de l'entreprise défini par ses structures hiérarchiques et ses procédures. La CO se superpose sur ces structures et offre ainsi un cadre informel dans lequel ont lieu les interactions. Ces interactions conduisent l'apparition de nouvelles connaissances, des solutions et finalement d'un nouveau produit.

Le niveau décisionnel stratégique se caractérise par des objectifs avec un impact majeur sur les performances de l'entreprise ou même sur l'existence de l'entreprise sur un marché. D'autres caractéristiques de ce niveau sont les risques élevés, la longue durée des décisions prises et le grand volume de ressources impliquées (les acteurs leaders, les spécialistes). Les décisions ont un degré élevé de subjectivité parce qu'elles sont le fruit d'analyses de données dans les environnements externe et interne. Tout ce processus, très laborieux, de traitement des informations ont un haut degré de subjectivité parce que il est fait par des acteurs en fonction de leurs connaissances et leurs intuitions. La CO, par des éléments comme la mission de l'entreprise ou tradition, exerce une influence subliminale sur les acteurs au moment de faire des choix et de prendre des décisions.

Au niveau tactique, on trouve les ressources matérielles et humaines, et c'est le lieu où s'établit le système de communication. La CO influence la

construction des alternatives, la détermination des critères par la collaboration demandée à ce niveau entre les acteurs, une collaboration qui doit dépasser le cadre formel imposé par de normes et des procédures.

Au niveau opérationnel les connaissances existantes sont transformées dans les produits et les services nouveaux. Ces transformations impliquent les processus identifiés par Nonaka et Takeuchi [30].

Dans le « Harvard Business Review on Knowledge Management » [31], un manuel de management de connaissances en innovation, les auteurs soutiennent l'importance des processus de transformation des connaissances explicites en tacites et des connaissances tacites en explicites, sans utiliser de façon explicite le concept de CO. En fait la CO est « responsable » des processus de transformations des connaissances et des savoir faire, par les relations individuelles entre les acteurs et le rôle et les objectives assumés par chacun qui se développent dans le cadre informel de la CO.

La CO est un très important facteur dont il faut tenir compte à travers de le processus de conception, il peut être adopté par leaders pour augmenter les performances du processus de conception.

3.2.3. Exemple d'objectifs, de leviers d'action et indicateurs de performance associés

Comme nous l'avons vu, l'évaluation doit se concentrer sur les interactions qui ont cours durant les activités collaboratives. Le système de mesure de performances doit considérer ces interactions en fonction d'objectifs, de leviers d'action et d'indicateurs de performance adaptés. Elles influencent les décisions des acteurs et sont des inducteurs d'action au cours du processus de conception. Il est alors possible de piloter le processus grâce à ces inducteurs. Il existe un grand nombre d'indicateurs de performance et d'outils logiciels fournissant des solutions complètes capables de proposer, calculer, piloter et capitaliser des indicateurs de performance basés sur les facteurs clef de l'entreprise. Ces indicateurs sont généralement basés sur le triptyque Coût/Qualité/Délais mais n'intègrent pas ou peu les aspects qui concernent la collaboration entre les acteurs impliqués dans le projet [32]. Ainsi, nous proposons un certain nombre d'indicateurs de performance (Tableau 2), spécifiquement dédiés à l'évaluation de la collaboration entre les acteurs, dans des situations identifiées dans l'ontologie proposée précédemment.

C'est la combinaison de la description du système de conception, de la définition d'un système de mesure de performances adapté et du pilotage du processus par le biais des environnements, qui offre au chef de projet la possibilité de suivre et d'évaluer la performance du processus de conception.

Tableau 2.

Objectifs, leviers d'action et indicateurs de performance centrés sur l'acteur et particularisés en fonction de la situation collaborative (voir figure 2)

Type d'interaction	Objectifs	Leviers d'action	Indicateurs de performance	
Acteur / Artefact	Satisfaire les besoins, définir le produit, réduire la complexité, réduire les coûts, respecter la qualité demandée,...	Connaissance produit, structure produit, système d'information,...	Méthodes de conception, maturité des données, données produit partagées,...	
Acteur / Acteur	Faciliter le travail, collaborer, échanger des données,...	Procédure pour collaborer, définition des activités, interface de collaboration,...	PLE, PLNE, PEE, PENE, PFE, PFNE.	Carte du réseau d'acteurs (liaisons entre acteurs, ressources mises en œuvre, liens entre les activités) Habilité à maintenir la dynamique du groupe Habilité à créer des relations avec des experts extérieurs Nombre de lien "utilisés", nombre d'itérations, nombre de mails échangés Qualité du contenu technique des échanges Pertinence du choix des acteurs
Acteur / Groupe	Coordonner le travail, définir le projet, respecter les délais, innover,...	Mécanismes de coordination, mécanismes de management des groupes de travail,...	ILE, ILNE, IEE, IENE, IFE, IFNE.	Nombre de lien créées, nombre d'itérations, nombre de mails échangés Temps de création du réseau Habilité à créer des relations avec des experts extérieurs Habilité à créer la dynamique du groupe Qualité du contenu technique des échanges Pertinence du choix des acteurs
Groupe / Environnement	Augmenter les compétences des acteurs, utiliser des ressources internes ou externes,...	Standardisation, plan stratégique, organisation structurelle,...	Toutes les formes de collaboration	Externalisation des résultats et réutilisation de solutions déjà existantes Echanges avec d'autres groupes, adaptation aux évolutions du système

4. Cas d'étude : Conception du carénage riveté du mât moteur de l'Airbus A380

Pour illustrer le pilotage des activités collaboratives de conception par le biais des environnements, nous allons présenter le cas de la conception du carénage riveté sur le mât moteur de l'Airbus A380. Le mât moteur est l'élément de liaison entre le moteur et l'aile (Fig. 3).

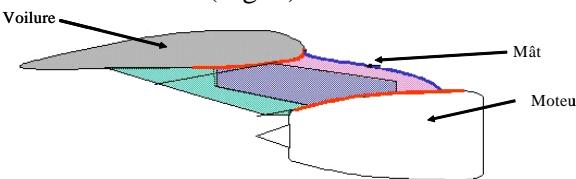


Fig. 3. Vue d'ensemble du positionnement du mât moteur sur l'aile

Lorsque la structure de base du mât est définie, l'expert structure mât doit alors travailler de concert avec un expert rivetage pour définir la position des rivets afin de placer un carénage sur la structure mécano soudée. A ce stade de la conception, le chef de projet doit alors créer une équipe pour mener à bien la phase « carénage ». La description de la situation existante lui indique que cette

activité sera contrainte au niveau technique par le service du calcul de structure, celui du calcul aérodynamique et le service méthodes. Ainsi, il sera nécessaire de faire collaborer un expert structure mât, un expert rivetage et un expert méthodes pour pouvoir mener à bien cette phase. L’expert structure aura des relations avec les activités de conception et de calcul, l’expert rivetage sera plus proche des activités de calculs aérodynamiques et des aspects sécuritaires, et l’expert méthodes jugera de la faisabilité des solutions proposées. De plus, le chef de projet a aussi des informations concernant les sous-traitants et les fournisseurs qui prennent part à cette activité pour les mâts des avions actuels. Mais comme nous n’en sommes qu’au début de la phase « carénage », ces partenaires seront « transparents » au niveau du processus, ils n’y interviendront pas directement et ils n’y seront pas intégrés pour le moment, mais progressivement si besoin est. Ainsi, la situation de conception, en terme de ressources disponibles, est la suivante :

- ✓ Deux experts rivetage sont disponibles, se sont des nouveaux embauchés,
- ✓ Un expert structure expérimenté est disponible,
- ✓ Un expert méthodes est disponible et il connaît l’expert structure.

Le chef de projet va regrouper ces acteurs et préconiser une collaboration Prescrite Encouragée Non Etablie (PENE) entre les experts rivetage et les autres experts (pour créer nouvelles relations entre les experts) et une collaboration Prescrite Forcée Etablie (PFE) entre l’expert structure et l’expert méthodes puisqu’ils sont disponibles et qu’ils ont déjà travaillé ensemble sur des projets similaires. Comme l’expert structure a une bonne expérience et comme c’est son activité qui est la plus contrainte par les autres, c’est lui qui sera le responsable du groupe et l’interlocuteur privilégié du chef de projet. Au-delà du simple fait de mener à bien l’activité, les objectifs du chef de projet seront les suivants :

- ✓ Voir comment les nouveaux experts en rivetage vont s’intégrer,
- ✓ Déterminer si les méthodes de conception actuelles, les outils de production, les sous-traitants et les fournisseurs sont en mesure de répondre aux nouvelles contraintes posées par l’A380,
- ✓ Avoir une idée plus juste du processus de carénage du mât et des contraintes liées à cette activité.

Le scénario (Figure 4) illustre comment s’est déroulé la collaboration entre les acteurs. Les phases d’initialisation des différentes collaborations sont représentées par les encadrés bleus. Cela permet de montrer comment les différentes formes de collaborations prescrites ou non sont apparues au cours du projet. Si les activités collaboratives ont été bien suivies et pilotées, les bénéfices que peuvent en retirer les acteurs et le chef de projet sont les suivants :

- ✓ Création de relations entre l’expert structure et les nouveaux experts rivetage, grâce à la collaboration Prescrite Encouragée Non Etablie (PENE),

- ✓ Complément d'informations sur le rivetage, les contraintes de production et les possibilités techniques de chaque partenaire,
- ✓ Test de l'autonomie et de la réactivité de chaque acteur durant le déroulement du projet et lorsqu'un problème apparaît,
- ✓ Identification d'un acteur indirect du processus par le biais de la collaboration Imprévue Libre Etablie (ILE) entre l'expert méthodes et son fournisseur d'outillage de rivetage,
- ✓ Possibilité d'optimiser les activités, le groupe de travail et le processus dans le but d'une réutilisation dans un projet futur.

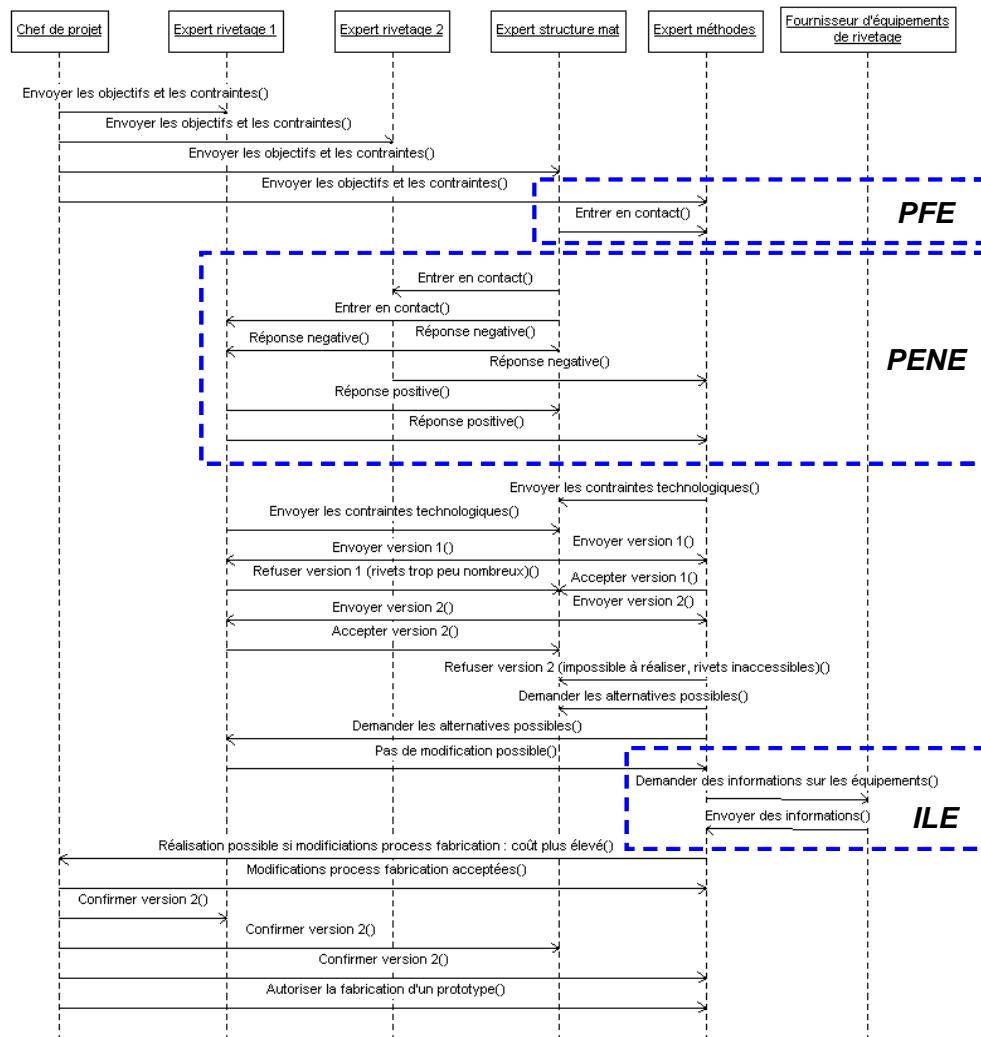


Fig. 4. Scénario de la conception de la structure rivetée du mât moteur

5. Conclusion

Le pilotage du processus de conception est complexe et pour améliorer ses performances il est nécessaire de se focaliser sur les relations entre les acteurs et plus seulement sur les résultats liés au produit. Cet article montre que le pilotage des processus collaboratifs de conception doit se faire autour de trois composants principaux. Dans un premier temps, on va décrire de la façon la plus précise possible le système de conception et les éléments qui vont interagir et avoir une influence sur celui-ci, notamment la culture organisationnelle. Puis, sur la base de cette description, on développe conjointement un environnement de conception adapté à la situation de conception et le système de mesure de performances associé. Enfin, lorsque ces éléments sont définis et mis en place, il est alors possible de suivre et d'influencer le processus de conception.

R E F E R E N C E S

- [1] Mintzberg H. "Le management : voyage au centre des organisations", Les Editions d'Organisation, 1989.
- [2] Wang F., Mills J.J., Devarajan V. "A conceptual approach managing design resource", Computers in Industry, Vol. N°47, 2002, pp. 169-183.
- [3] Love T. "Philosophy of design: a meta-theoretical structure for design theory", Design Studies, Vol. N°21, 2000, pp. 293-313.
- [4] Tichkiewitch S. "De la CFAO à la conception intégrée". Revue internationale de CFAO et d'infographie, Vol. N°9, 1994.
- [5] Poveda O. "Pilotage technique des projets d'ingénierie simultanée, modélisation des processus, analyse et instrumentation", Thèse Institut National Polytechnique de Grenoble, 2001.
- [6] Chiu M.L. "Design moves in situated design with case-based reasoning", Design Studies, Vol. N°24, 2003, pp. 1-25.
- [7] Sohlenius G. "Concurrent Engineering", Annals of the CIRP, Vol. N°41, 1992.
- [8] Laurikkala H., Puustinen E., Pajarre E., Tanskanen K. "Reducing complexity of modelling in large delivery projects", 13th International Conference on Engineering Design, ICED01, Glasgow, 2001.
- [9] Marle F. "Modèles d'informations et méthodes pour aider à la prise de décision en management de projet", Thèse Ecole Centrale de Paris, 2002
- [10] Gero J.S. "An approach to the analysis of design protocols", Design Studies, Vol. N°19, 1998, pp. 21-61.
- [11] Eder E. "Integration of theories to assist practice", 5th International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, IDMME04, Bath, 2004.
- [12] Guilford J.P., Hoepfner R. "The analysis of intelligence", Mc Graw-Hill, New-York, 1971.
- [13] Maslow A.H. "Motivation and Personality", Harper & Row, New-York, 1954.
- [14] Vickers G. "Towards a Sociology of Management", Chapman & Hall, Londres, 1967.
- [15] Sénéchal O., Girard Ph., Tomala F., Trentesaux D. "Evaluation de la performance des systèmes de production", Hermès, chapitre N°4, N°ISBN 2-7462-0634-X, 2003.
- [16] Girard Ph., Doumeingts G. "Modelling of the engineering design system to improve performance", International Journal of Computers & Industrial Engineering, Vol. N°46/1, 2004, pp 43-67.

- [17] *Robin V., Girard Ph., Barandiaran D.* "A model of design environments to support collaborative design management", 5th International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, IDMME04, Bath, 2004.
- [18] *Lang S.Y.T., Dickinson J., Buchal R.O.* "Cognitive factors in distributed design", Computers in Industries, Vol. N°48, 2002, pp. 89-98.
- [19] *Girard Ph., Robin V., Barandiaran D.* "Analysis of collaboration for design coordination", 10th ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications, CE'03, Madeira, 2003.
- [20] *Girard Ph., Merlo C., Doumeingts G.* "Approche de la performance en conduite de l'ingénierie de la conception", IDMME 2002, Clermont Ferrand, 2002.
- [21] *G. Hofstede, B. Neuijen, D. D. Ohavy, G. Sanders*, Measuring organizational cultures: A qualitative and quantitative study across twenty cases. *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n°2, pp. 286-316, 1990.
- [22] *D. R. Denison, A. K. Mishra*, Toward a theory of organizational culture and effectiveness, *Organization Science*, vol. 6, n°2, pp. 204-223, 1995.
- [23] *Th. J. Peters, R. H. Waterman*, In search of excellence: Lessons from American's best-run companies, Harper and Row, New York, 1982, ISBN 0060150424.
- [24] *P. A. Balthazard, R. A. Cooke, R. E. Potter*, Dysfunctional culture, dysfunctional organization: capturing the behavioural norms that form organizational culture and drive performance. *Journal of Managerial Psychology*, vol. 21, n°8, pp. 709-732, 2006.
- [25] *K. S. Cameron, R. Quinn*, Diagnosing and changing organisational culture, John Wiley and Sons, 2005, ISBN 0787982830.
- [26] *E. H. Schein*, Organizational culture and Leadership. Eds. Jossey-Bass, San Francisco 1985, 1992.
- [27] *E. Flamholtz, R. Kannan-Narasimhan*, Differential impact of Cultural Elements on Financial Performance, *European Management Journal*, Volume 23, Issue 1, February 2005, pages 50-64.
- [28] *S. Laforet*, Size, strategic and market orientation affects on innovation, *Journal of Business Research*, Volume 61, Issue 7, July 2008, pages 753-764.
- [29] *V. Robin, S. Sperandio, S. Blanc, Ph. Girard*, "Interactions modelling between factors influencing performance of the design process", Proceedings ICED2005, Melbourne, Australie, 2005.
- [30] *I. Nonaka, H. Takeuchi*, The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press, 1995.
- [31] The Harvard Business Review on Knowledge Management, 2000.
- [32] *De Haas M., Kleingeld A.* "Multilevel design of performance measurement systems: enhancing strategic dialogue throughout the organization", *Management Accounting Research*, Vol. N°10, 1999, pp. 233-261.