

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

**VERS UN MODÈLE GLOBAL D'ÉVALUATION DE LA
PERFORMANCE DU PROCESSUS DE CONCEPTION DANS
LES PME : UNE ÉTUDE EXPLORATOIRE**

Mémoire présenté

dans le cadre du programme de la maîtrise en gestion de projet

en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences

PAR

© **STEEVE GENDRON**

Août 2013

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.

Composition du jury :

FARID BEN HASSEL, président du jury, Université du Québec à Rimouski

BRUNO URLI, directeur de recherche, Université du Québec à Rimouski

JEAN BROUSSEAU, codirecteur de recherche, Université du Québec à Rimouski

**ABDERRAZAK ELOUAFI, codirecteur de recherche, Université du Québec à
Rimouski**

DANIEL LEROY, examinateur externe, Université de tours

Dépôt initial le 16 avril 2013

Dépôt final le 23 août 2013

À mon grand-père, qui m'a dit
que l'on n'a pas tous à faire le même
défrichement.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement les personnes qui m'ont aidé au long de mes travaux à la maîtrise et qui m'ont donné la chance privilégiée de profiter de leur savoir et de leur humanité. Ainsi, je suis très reconnaissant à messieurs Jean Brousseau, Bruno Urli et Abderrazak El Ouafi sans lesquels ce travail n'aurait pu être accompli. De plus, je tiens à remercier les employés de la Chaire en génie de la conception CRSNG-UQAR pour les divers services et renseignements ayant contribué à l'achèvement de cette étude sans oublier ma famille et Nathalie Landreville pour leur soutien et leurs encouragements.

RÉSUMÉ

Cette recherche a été lancée dans le but de développer des indicateurs de performance concernant le processus de conception mais aussi, plus généralement, des projets de conception. Elle fait suite à une enquête exploratoire menée en 2010 et qui était axée sur les méthodes, les outils et les techniques de conception (MOT). De cette enquête, il ressortait que la plupart des entreprises déclaraient posséder un processus de conception structuré alors que seulement quelques-unes recouraient à des MOT. Aussi, cette étude semblait-elle indiquer que le processus de conception des PME n'est pas aussi structuré qu'il le pourrait.

Suivant ces résultats, un outil a été développé afin de caractériser et d'évaluer les pratiques de conception des entreprises afin d'établir, au cours d'une étude longitudinale, des indicateurs de performance.

L'outil d'évaluation, un questionnaire, a été élaboré selon un modèle de Système de conception comprenant six dimensions (humaine, managériale, environnementale, produit, techno-scientifique et processus).

Dans le questionnaire, chacune de ces dimensions est caractérisée par différents descripteurs qui sont évalués selon quatre facettes : i) fréquence du descripteur, ii) l'importance du descripteur en regard du succès du projet, iii) niveau de performance sur le descripteur et iv) implication de partenaires. Aux fins de validation, l'outil a été testé sur une base pilote par huit entreprises, par voie électronique.

La validation de l'outil d'évaluation (qui sonde 52 descripteurs) laisse entrevoir des possibilités intéressantes en termes de diagnostic, de suivi des pratiques, de caractérisation des entreprises ainsi qu'en matière de développement d'indicateurs de performance et d'interventions ciblées dans le domaine de la conception.

Ce mémoire présente le questionnaire et le modèle qui ont guidé sa construction ainsi que les types d'analyses qui peuvent être menées à partir des données récoltées et notamment par l'illustration du cas d'une entreprise.

Mots clés : Système de conception, Processus de conception, Outil d'évaluation, Gestion de projet

ABSTRACT

This research was launched to develop performance indicators for the design process, but also, and more generally, for design projects. This work comes after an exploratory survey, led in 2010, on methods, tools and design techniques (MTT). This survey has shown that most companies report having a structured design process, while only some resort to MTT. So this study seems to indicate that the design process in SMEs is not as structured as it could.

Following these results a tool was developed to characterize and evaluate the design practices of companies as a way to establish performance indicators in a future longitudinal study.

The assessing tool, a questionnaire was developed according to a model of design system consisting of six dimensions (human, management, environment, product, process and techno-scientific). In the questionnaire, each dimension is characterized by different descriptors which are analyzed by four aspects that measure: i) if the descriptors are taken into consideration (the occurrence of the descriptors), ii) the importance of the descriptors according to the project success , iii) the company's performance level related on the descriptors and iv) the involvement of partners. For validation purposes, the tool was tested on a pilot basis by eight companies.

This tool probing 52 descriptors has been validated and it suggests interesting possibilities for diagnosis, for practices monitoring, for characterization of industries and also for development of performance indicators and targeted interventions in the field of design.

This master's thesis presents the questionnaire and the model that guided its construction and presents the types of analyzes that can be performed using the data collected.

Keywords: *Design system, Design process, Performance assessment tool, Project management*

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	IX
RÉSUMÉ.....	XI
ABSTRACT	XIII
TABLE DES MATIÈRES	XV
LISTE DES TABLEAUX.....	XIX
LISTE DES FIGURES	XXI
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES.....	XXIII
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 POSITIONNEMENT DE LA RECHERCHE.....	5
1.1 CONTEXTE.....	5
1.1.1 INFLUENCE DU MODE DE MANAGEMENT DES PROJETS EN CONCEPTION..	5
1.1.2 MESURER LA PERFORMANCE EN CONCEPTION	7
1.1.3 IMPLICATIONS DE LA CHAIRE EN CONCEPTION CRSNG-UQAR.....	10
1.2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE	12
1.3 MÉTHODOLOGIE	12
CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE.....	15
2.1 VUE GÉNÉRALE DES PRATIQUES DE CONCEPTION.....	15
2.1.1 MOTIVATION DE L'INVESTISSEMENT EN CONCEPTION.....	16
2.1.2 CONCILIATION DES EXIGENCES EN CONCEPTION	17
2.1.3 AMÉLIORATION DU RENDEMENT EN CONCEPTION	20
2.1.4 L'INFLUENCE DES SECTEURS D'ACTIVITÉS EN CONCEPTION.....	22
2.2 COMPRENDRE LA CONCEPTION	24

2.2.1	LE CYCLE DE CONCEPTION	24
2.2.2	PROCESSUS PAR PHASES, PAR ACTIVITÉS OU PAR DOMAINES	26
2.3	TERMINOLOGIE DES ACTIVITÉS DE CONCEPTION.....	29
2.3.1	LES ACTIVITÉS DE DÉFINITION.....	29
2.3.2	LES ACTIVITÉS D'ÉVALUATION	34
2.3.3	LES ACTIVITÉS DE MANAGEMENT	38
2.4	LE MODÈLE CONCEPTUEL	42
CHAPITRE 3 DÉVELOPPEMENT DU QUESTIONNAIRE.....		47
3.1	DÉTERMINATION DES DESCRIPTEURS DU SYSTÈME DE CONCEPTION	47
3.1.1	DESCRIPTEURS DE L'ASPECT PROCESSUS	47
3.1.2	DESCRIPTEURS DE L'ASPECT TECHNO-SCIENTIFIQUE.....	48
3.1.3	DESCRIPTEURS DE L'ASPECT MANAGEMENT.....	49
3.1.4	DESCRIPTEURS DE L'ASPECT PRODUIT	49
3.1.5	DESCRIPTEURS DE L'AXE HUMAIN.....	50
3.1.6	DESCRIPTEURS DE L'AXE ENVIRONNEMENTAL	51
3.2	ÉVALUATION DES DESCRIPTEURS	52
3.3	CARACTÉRISATION DE L'ENTREPRISE ET VARIABLES DE CONTRÔLE	54
3.3.3.1	Nombre d'employés et chiffre d'affaires.....	54
3.3.3.2	Croissance de l'entreprise et proportion de nouveaux produits.....	55
3.3.3.3	Partenariats développés.....	56
3.3.3.4	Principal secteur d'activité et description du secteur	57
3.3.3.5	Types de produits, complexité et degré d'incertitude.....	58
3.3.3.6	Taille de l'équipe et nombre d'ingénieurs.....	59
CHAPITRE 4 ANALYSE DES RÉSULTATS		61
4.1	CARACTÉRISATION DE L'ENTREPRISE.....	61
4.2	POSITIONNEMENT DE L'ENTREPRISE SUR LE SYSTÈME DE CONCEPTION ...	63
4.2.1	POSITIONNEMENT GLOBAL	63
4.2.2	L'AXE HUMAIN.....	64

4.2.3	L'ASPECT MANAGEMENT	65
4.2.4	L'AXE ENVIRONNEMENT	66
4.2.5	L'ASPECT PRODUIT	67
4.2.6	L'AXE TECHNO-SCIENTIFIQUE.....	68
4.2.7	L'ASPECT PROCESSUS	69
	CONCLUSION GÉNÉRALE	71
	ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DES PRATIQUES DE CONCEPTION	75
	ANNEXE 2 : RÉSULTATS.....	111
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	145

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Motifs de l'investissement en conception	16
Tableau 2 : Méthodes de conception pour X et Lean.....	17
Tableau 3 : Technologies de pointe en conception	21
Tableau 4 : Procédés de pointe en conception.....	21
Tableau 5 : Considérations quant aux secteurs d'activité et aux partenaires	24
Tableau 6 : Modèles de processus basés sur les phases	27
Tableau 7 : Modèles de processus basés sur les activités.....	28
Tableau 8 : Modèles de processus basés sur la notion de domaine	29
Tableau 9 : Activités de définition, sources et items du questionnaire	34
Tableau 10 : Activités d'évaluation, sources et items du questionnaire.....	35
Tableau 11 : Activités de management, sources et items du questionnaire	38
Tableau 12 : Descripteurs de l'aspect processus	48
Tableau 13 : Descripteurs de l'axe techno-scientifique.....	48
Tableau 14 : Descripteurs de l'aspect management	49
Tableau 15 : Descripteurs de l'aspect produit	50
Tableau 16 : Descripteurs de l'axe humain	50

Tableau 17 : Descripteurs de l'axe environnemental.....	51
Tableau 18 : Exemple d'évaluation d'un descripteur de la dimension techno-scientifique .	53
Tableau 19 : Variables de contrôle	54
Tableau 20 : Nombre d'employés.....	54
Tableau 21 : Chiffre d'affaires.....	55
Tableau 22 : Croissance de l'entreprise et proportion de nouveaux produits.....	56
Tableau 23 : Proportion de nouveaux produits	56
Tableau 24 : Partenariats développés.....	56
Tableau 25 : Principal secteur et description du secteur.....	57
Tableau 26 : Secteurs d'activité SCIAN (choix de réponse)	58
Tableau 27 : Types de produit, complexité et niveau d'incertitude technologique	59
Tableau 28 : Taille de l'équipe et nombre d'ingénieurs	60
Tableau 29 : Fins d'utilisation de la CAO et difficultés de recrutement	60
Tableau 30 : Caractérisation de l'entreprise	62

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Démarche de la construction du questionnaire	13
Figure 2 : Cycle de conception des produits	25
Figure 3 : Système de conception.....	44
Figure 4 : Positionnement sur le système de conception.....	63
Figure 5 : Positionnement sur la dimension humaine	64
Figure 6 : Positionnement sur la dimension management.....	66
Figure 7 : Positionnement sur la dimension environnementale.....	67
Figure 8 : Positionnement sur la dimension produit.....	68
Figure 9 : Positionnement sur l'axe techno-scientifique	69
Figure 10 : Positionnement sur l'aspect processus.....	70

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

CRSNG	Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie
MOT	Méthodes, outils et techniques de conception
SCIAN	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord
UQAR	Université du Québec à Rimouski

INTRODUCTION

Plaute, le poète latin disait que concevoir, c'est « chercher ce qui est nulle part et pourtant le trouver » (Boldrini, 2008). De par cette qualification, on comprendra qu'il est difficile de saisir ce phénomène. Même si le concept de conception est difficilement saisissable, différentes définitions en ont été données et pour Midler (Midler, 1996 dans Gauthier, 2002), la conception vise la réalisation d'un but spécifique et se réalise dans un contexte de communication élargie et de négociation. Les activités qui caractérisent la conception visent généralement la recherche de solutions non standards, et pour cette raison, celles-ci sont caractérisées par des incertitudes fortes. Aussi, lors du processus de conception, la prise en compte du temps est essentielle bien qu'il soit difficile, a priori, de définir des frontières nettes et stables aux activités qui la composent.

Plusieurs de ces caractéristiques étant similaires à celles d'un projet, il n'est pas surprenant que le management de projet soit partie intégrante du processus de conception, du moins pour certains projets. Par exemple, depuis la Deuxième Guerre mondiale, les principaux défis et programmes technologiques -- pensons à Apollo -- ont été gérés comme des projets (Webb, 1969) et ce type d'organisation apparait comme la forme organisationnelle privilégiée du développement de produits, de services ou de procédés innovants (Gautier et Lenfe, 2004). De fait, les activités de conception et développement, qui constituent le processus central de l'innovation (Perrin, 2001 dans Boldrini, 2008), ont constitué un sujet d'études dans différents champs disciplinaires comme les sciences de gestion, l'économie et les sciences de l'ingénieur, et la diversité de ces travaux confirme la complexité des facteurs qui influencent la performance de ces activités (Gauthier, 2002).

C'est donc avec une certaine humilité que ce mémoire explore une voie pour caractériser et évaluer les pratiques de conception avec pour objectif d'aider à l'optimisation des processus de conception, notamment dans les petites et moyennes entreprises.

Spécifiquement, ce document présente une étude exploratoire qui porte sur l'élaboration et la validation d'un outil d'évaluation et de suivi des pratiques de conception. De plus l'outil présenté dans ces pages constitue une avenue pour aider à la formalisation du processus de conception dans les entreprises et pour identifier des forces, des faiblesses et des divergences de vues concernant les pratiques, cette avenue pouvant représenter un intérêt pour les gestionnaires de ce type de projets.

Cet outil a été développé sur la base d'une revue de littérature afin de déterminer les principaux descripteurs sondés puis a été validé et commenté sur une base pilote par huit entreprises du Bas-Saint-Laurent. Compte tenu du nombre de répondants et de la nature exploratoire de cette recherche, on comprendra que pour l'instant, le traitement statistique des données présente un intérêt limité. De fait, cette étude constitue une étude préparatoire à une enquête plus vaste, le questionnaire élaboré étant destiné à servir de fondement à une étude longitudinale.

Ce mémoire a été divisé de façon à permettre au lecteur de comprendre les éléments et les diverses considérations qui ont mené à la sélection de descripteurs aptes à caractériser et évaluer les pratiques de conception.

Dans le chapitre 1, il sera vu le contexte dans lequel s'inscrit cette recherche, soit ce qui caractérise la gestion des projets de conception, le contrôle des activités, l'évaluation de la performance, la situation particulières des PME et les implications de la Chaire en génie de la conception CRSNG-UQAR à mieux comprendre les pratiques de conception des PME. La seconde partie du chapitre 1 positionne la recherche effectuée, présente les principaux objectifs poursuivis de même que la méthodologie suivie.

Le chapitre 2 présente une revue de littérature qui porte sur les éléments relatifs aux choix des descripteurs d'un modèle conceptuel de projet de conception, choisi pour servir de base à l'élaboration d'un outil d'évaluation des pratiques.

Le chapitre 3 spécifie les descripteurs attribués aux six dimensions du modèle conceptuel de projet de conception ainsi que les modalités d'évaluation des variables : celles qui définissent le système de conception (les descripteurs) et celles qui permettent la catégorisation des entreprises (les variables de contrôle). Ainsi le chapitre 2 établit-il les éléments du questionnaire présenté dans son intégralité à l'annexe 1.

Le chapitre 4 présente et discute une partie des résultats obtenus lors de l'évaluation pilote (et cela surtout) afin d'illustrer le potentiel de l'outil développé. Les différents graphiques illustrant ce chapitre montrent comment l'outil peut être utilisé pour caractériser les pratiques de conception d'une entreprise de même que pour établir un diagnostic de performance du système de conception. Pour l'ensemble des résultats, le lecteur pourra se référer à l'annexe 2.

En conclusion, seront abordées les perspectives que cet outil de caractérisation et d'évaluation du processus de conception laisse entrevoir ainsi que ses limites, car l'outil présenté ici repose sur un cadre d'évaluation général basé sur plusieurs descripteurs qui vise, non seulement de juger du processus propre à une entreprise, mais, une fois que plusieurs entreprises seront évaluées, de la situer par rapport à d'autres.

CHAPITRE 1

POSITIONNEMENT DE LA RECHERCHE

Ce chapitre présente, à la section 1.1, le contexte de cette recherche soit l'influence du mode de management des projets de conception de produits, les difficultés relatives à la mesure de la performance dans ces projets et l'implication de la Chaire en génie de la conception CRSN-UQAR pour mieux comprendre le processus de conception et les facteurs de réussites des projets.

La section 1.2 présente les objectifs de cette étude exploratoire alors que la section 1.3 décrit la méthodologie utilisée pour la construction de l'outil de caractérisation et d'évaluation des pratiques de conception.

1.1 CONTEXTE

1.1.1 Influence du mode de management des projets en conception

Dès la fin des années 80, les stratégies de différenciation dans les économies occidentales ont été à l'origine dans les entreprises de mutations importantes relativement à l'organisation de la conception de produits nouveaux (Gautier et Lenfe, 2004). Ces évolutions ont donné naissance à un important courant de recherche qui a mis en évidence l'influence du mode de management des projets dans la performance de conception des firmes (Takeuchi et Nonaka, 1986; Clark et Fujimoto, 1991; Midler, 1993).

La motivation de ces recherches s'explique pour beaucoup de par le fait qu'avec l'intensification de la concurrence et la mondialisation, de nombreuses entreprises misent sur la créativité et l'innovation (Beldrini, 2008) et qu'il est reconnu que leur compétitivité repose aujourd'hui sur l'offre de produits nouveaux à haute valeur ajoutée (Eisenhardt et Brown, 1998 dans Hatchuel et *al.*, 2001).

La compression du cycle de vie des produits constitue l'une des principales raisons qui explique l'adoption croissante de la gestion de projet. À titre d'exemple, aujourd'hui, le cycle de vie de produit varie entre 1 et 3 ans en moyenne alors qu'il était de 10 à 15 ans il y a 30 ans. Or, il est démontré que le développement de produits de technologie de pointe accusant un retard de six mois risque d'entraîner une perte de 33 % des revenus tirés de ces produits (Langevin, 2007). Ainsi, on pourrait s'attendre à ce que le contrôle des activités de conception et les moyens alloués pour ce faire soient significatifs puisque les activités de recherche et développement ont un impact important sur la performance globale des entreprises (Gauthier, 2002). Pourtant, la littérature conclut plutôt que les systèmes de contrôle jouent au mieux un rôle mineur en matière de conception et de développement de produits nouveaux, ce caractère paradoxal s'expliquant par la singularité des activités de conception et par leur niveau d'incertitude élevé (Gauthier, 2002).

Le modèle traditionnel de contrôle fonctionne par le couple objectifs-moyens, cette façon de piloter s'avère difficile dans le contexte de gestion des projets de conception, étant donné que le lien entre objectifs et moyens est au départ mal défini et que l'effet réel de la conception peut se révéler tardivement, voire des années plus tard (Gauthier, 2002).

Il appert que le contrôle des activités des projets de conception, du moins tel qu'il est généralement entendu, ne constitue pas un déterminant central quant au succès des projets de conception. D'ailleurs Hazebroucq (1999) souligne l'étroitesse du triangle : coût, qualité et délais, proche de la notion d'efficacité, et la nécessité de mettre en place des variables tenant compte de l'effet surgénérateur (satisfaction du client, satisfaction de l'équipe face au résultat du projet, effet positif en termes d'apprentissage et de capitalisation).

De fait, la plupart des analyses estiment que le contrôle de gestion des projets de conception et développement de produits nouveaux devrait remplir un triple rôle (Gauthier, 2002) soit agir comme :

- un outil d'information en vue de réduire les différentes incertitudes du projet;
- un outil de communication et de résolution de problème;
- un dispositif qui favorise l'apprentissage et l'expérimentation.

Le rôle principal du contrôle de gestion des activités de conception serait donc de fournir l'information requise afin de réduire l'incertitude inhérente à ce type de projet (Gauthier, 2002). Les travaux de Galbraith (Galbraith, 1973 dans Gauthier, 2002) montrent à ce titre que l'incertitude est une variable centrale en matière de design organisationnel et que l'information nécessaire pour la réduire est fonction :

- de la diversité des outputs mesurés (nombre de produits, services, clients) ;
- du nombre de ressources différentes (nombre de spécialités techniques sur un projet, nombre de machines par atelier, etc.)
- des critères d'efficience et d'efficacité (niveaux de performance à atteindre).

1.1.2 Mesurer la performance en conception

La performance comporte deux volets qui sont l'efficacité et l'efficience (Mathé et Chagué, 1999, Hazebroucq, 1999), ce qui signifie qu'atteindre l'objectif ne suffit pas et qu'il faille aussi considérer la manière. Ainsi, pour être jugé performant, un projet doit-il fournir plus de richesse qu'il en a reçu (effet surgénérateur), que ce soit au niveau humain, financier et technique, et cela, pour tous les acteurs, qu'ils soient internes ou externes à l'entreprise.

Quatre caractéristiques des activités de conception et développement rendent difficiles la mesure de leur performance (Kerssens-van Dronlegen et *al.*, 2000 dans Gauthier, 2002) :

- il est difficile d'isoler la contribution d'un projet de conception au niveau de la performance de la firme, car la performance de celle-ci résulte souvent d'effets conjugués;
- une partie des bénéfices des projets de conception résident dans de nombreux effets externes qui améliorent le niveau de connaissances et de compétences de la firme, ce qui fait qu'ils sont difficilement quantifiables;
- les difficultés d'identification et de mesure des activités d'un projet de conception conduisent à la difficulté de modéliser les liens entre entrées et sorties;
- la difficulté liée au délai sépare les efforts de conception de leurs résultats sur le marché.

Les difficultés de mesure de la performance conduisent à s'interroger sur le caractère applicable d'un modèle qui s'appuie sur des boucles rétroactives d'écarts négatifs (modèle qualifié de cybernétique) pour le contrôle de gestion des activités de conception de nouveaux produits (Hofstede, 1978, dans Gauthier, 2002). En fait, le contrôle de gestion reposant sur des boucles d'écarts négatifs apparaît pertinent pour des activités dont les conditions de réalisation et les conséquences sont facilement déterminables (Hofstede, 1978, dans Gauthier, 2002). Pour le reste, une étude plus approfondie du rôle et des méthodes des systèmes de contrôle de gestion des projets de développement de produits nouveaux s'avère nécessaire, notamment au regard des caractéristiques et des facteurs de performance des activités (Gauthier, 2002).

Une étude longitudinale (Nixon, 1998, dans Gauthier, 2002) d'un projet de conception dans le secteur des biens industriels a montré qu'à chaque étape importante du développement d'une nouvelle machine, les objectifs et les mesures de performance résultaient de discussions entre les parties (consommateurs, fournisseurs). Cette situation

illustre que les objectifs et les mesures retenus réfèrent à des variables et des événements que l'équipe de conception influençait.

De fait, le système de mesure et d'évaluation d'un projet de conception évolue selon que diminue l'incertitude. Dans les phases amont du projet, on privilégiera des mesures stratégiques plutôt qualitatives. Par la suite, à mesure que les mesures se précisent, l'attention portera sur des éléments techniques, financiers et opérationnels (Nixon, 1998, dans Gauthier, 2002). L'entreprise recourt alors à certaines méthodologies en fonction de ses objectifs primordiaux.

Une analyse indique que les facteurs à l'origine de la performance des activités de conception et développement sont spécifiques et peuvent être présentés en quatre grandes classes suivant l'optique retenue (Gauthier, 2002).

- 1) Lorsque la conception et le développement sont analysés comme des activités de résolution de problème, l'importance de la coordination est mise en avant. Sans conclure de manière définitive, les principales analyses semblent indiquer un lien entre le degré d'innovation du projet, le caractère stable ou dynamique de l'environnement et les modalités de la résolution collective des problèmes (caractère séquentiel ou itératif).
- 2) Lorsque la conception et le développement sont analysés sous l'angle d'un réseau de communications, c'est la qualité (fréquence, moment, intensité, etc.) des communications qui semble expliquer la performance du projet.
- 3) Le troisième facteur de performance réside dans la planification du projet et notamment dans la cohérence de sa planification par rapport à la stratégie de développement de l'entreprise. L'importance des activités menées lors de l'avant-projet est alors soulignée.
- 4) Un quatrième facteur de performance important souligné par la littérature est l'apprentissage au cours du projet et la capitalisation des connaissances en fin de parcours.

Enfin, on peut souligner aussi qu'en conception de produits, les expériences passées communes ainsi que la confiance entre partenaires constituent un facteur important de succès des coopérations, voire un actif spécifique (Peillon, 2005, dans Beldrini, 2008).

1.1.3 Implications de la Chaire en conception CRSNG-UQAR

C'est dans l'optique de mieux connaître les pratiques de conception des entreprises situées dans l'aire d'influence de l'UQAR qu'en 2010, la Chaire en génie de la conception CRSNG-UQAR a mené une étude exploratoire auprès de 31 PME de différents secteurs d'activité (Gendron et *al.*, 2011). Cette enquête, qui portait sur la recherche et développement, les moyens déployés pour appuyer la conception ainsi que sur les méthodes, les outils et techniques de conception, a montré, entre autres, que les entreprises affirment majoritairement utiliser un processus de conception structuré bien que peu d'entre elles recourent à des méthodes, des outils ou des techniques de conception (MOT).

Aussi, puisque le recours à des méthodes, à des outils et à des techniques de conception découle d'une approche raisonnée et orientée vers la productivité, ces résultats semblent indiquer que le processus de conception qu'une entreprise utilise n'est pas aussi structuré qu'il le pourrait, notamment chez les petits fabricants (Gendron et *al.*, 2011).

Ces résultats vont sans doute dans le sens d'autres enquêtes.

Ainsi les caractéristiques des PME relativement à la conception sont souvent les suivantes (Beldrini, 2008) :

- Le bureau d'études se résume fréquemment à une ou deux personnes, spécialisées dans un métier;
- La personnalité du propriétaire est décisive sur le plan de l'innovation (ouverture ou scepticisme à l'égard des conseils et dépenses relatives) ;
- Les ressources internes limitées affectent la recherche et le développement, le management, l'accroissement des connaissances et des compétences (en

conséquence, la compétitivité des PME repose surtout sur des innovations incrémentales);

- La spécialisation autour d'un métier ou d'un savoir-faire fait en sorte que les efforts portent essentiellement sur la technologie au détriment de compétences marketing et managériales;
- La proximité avec les clients permet de répondre rapidement aux besoins nouveaux, mais la gestion demeure obnubilée par le court terme et le manque d'expertise stratégique.

Bien que l'étude de 2010 ait permis de dresser un portrait des pratiques de conception d'entreprises de l'Est-du-Québec, il semblait nécessaire de poursuivre dans le courant de cette investigation sur une base conceptuelle plus solide et qui permette de mieux définir les pratiques et les facteurs de réussite des projets (Gendron *et al.*, 2012).

Un problème important relatif à la caractérisation des pratiques de conception consiste en la détermination d'une terminologie qui décrive les différentes activités. Ce problème peut d'ailleurs expliquer en partie pourquoi les différentes méthodologies décrites par la littérature trouvent peu d'écho dans la pratique des entreprises. Il ne semble pas y avoir de consensus sur la définition formelle des activités qui composent la conception de produits (Sim et Duffy, 2003).

Un autre problème consiste en la capacité de tenir compte de la multitude des facteurs internes et externes pouvant influencer la performance des projets de conception. Cette prise en compte implique une connaissance assez large des diverses pratiques pouvant être rencontrées.

C'est donc dans cette mouvance que s'inscrit le travail présenté dans ces pages, soit dans un contexte où les pouvoirs publics réalisent l'importance à accorder aux processus de conception et d'innovation alors que peu d'études se sont attardées à développer des outils de diagnostics relatifs aux pratiques des entreprises bien que cela apparaisse nécessaire et préalable à toute intervention visant l'optimisation du processus de conception et à tout accompagnement fructueux.

1.2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Le présent ouvrage s'inscrit dans la continuité de l'enquête exploratoire de 2010, il est motivé par le désir de mieux comprendre les pratiques de conception dans les entreprises susceptibles d'employer des finissants en génie et de définir des voies pour parfaire la culture de la conception chez les entreprises.

De façon générale, cette recherche vise à mieux comprendre les facteurs et les critères de succès liés à la gestion des processus de conception au sein des organisations, notamment dans les petites et les moyennes entreprises.

Elle vise spécifiquement à développer un outil de diagnostic permettant de dresser l'état de la situation et d'aider à la gestion des projets de conception dans une organisation. De plus, cet outil de caractérisation et d'évaluation des pratiques de conception, bien qu'il ait été développé dans une perspective d'accompagnement des PME, est aussi conçu pour mettre en place une base de données capable d'alimenter un observatoire sur les pratiques de conception.

1.3 MÉTHODOLOGIE

Cette recherche, de type instrumental, vise à développer un outil de caractérisation et d'évaluation du processus de conception dans une entreprise. Pour ce faire, la démarche présentée à la figure 1 a été adoptée.

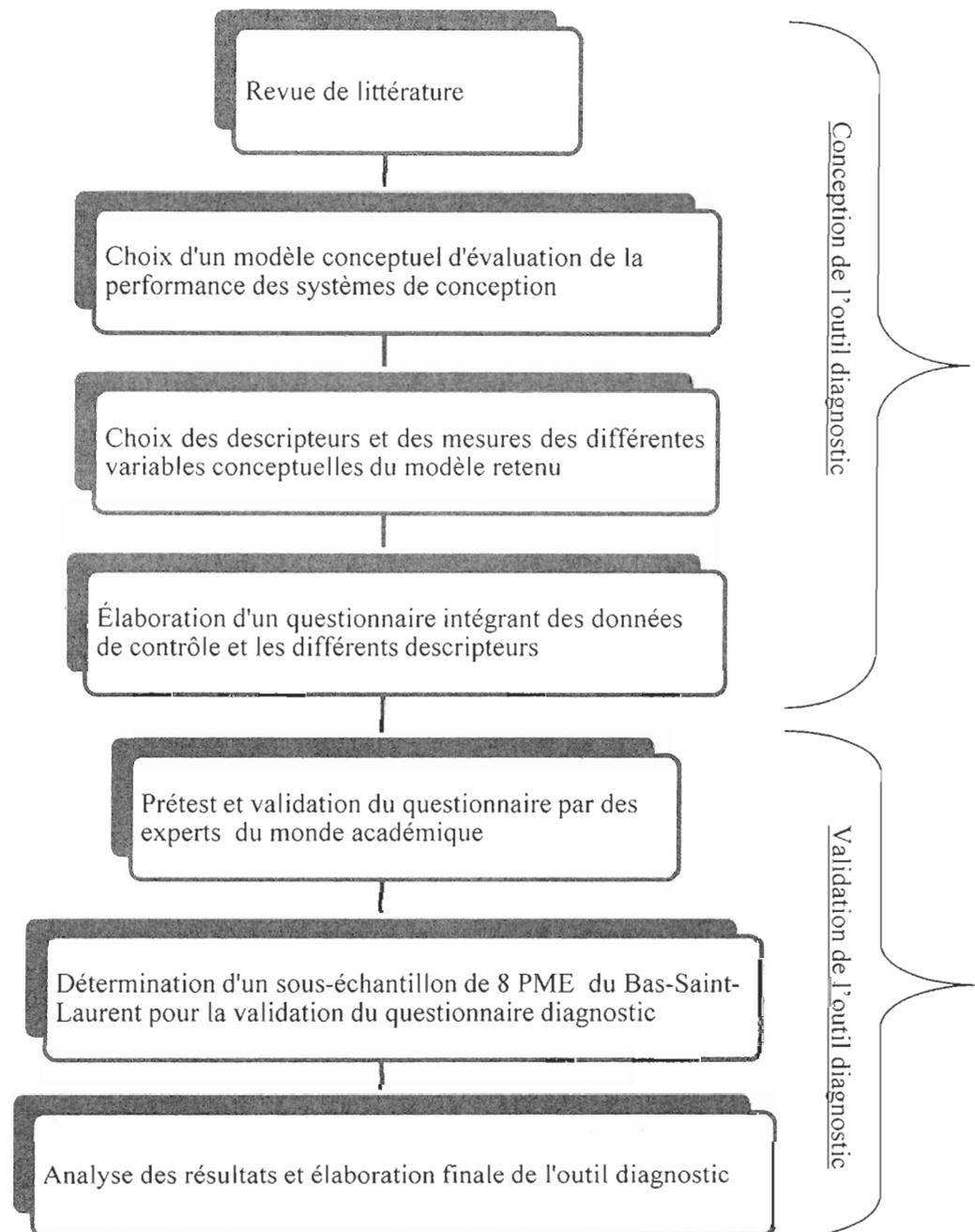


Figure 1 : Démarche de la construction du questionnaire

Avec l'aide des professionnels de la Chaire en génie de la conception, une série de variables ont été retenues pour constituer les descripteurs des pratiques de conception,

ceux-ci décrivent les diverses dimensions d'un modèle conceptuel représentant les systèmes de conception.

Vu le nombre de variables mesurées et le mandat exploratoire, huit entreprises ont accepté de valider et de commenter, sur une base pilote, un questionnaire qui vise la conduite d'une étude longitudinale sur les pratiques de conception.

Ces répondants ont été contactés par voie téléphonique et électronique afin de les inviter à répondre au questionnaire élaboré sous format électronique et placé sur le site de SurveyMonkey.com. En cas de problème particulier face au questionnaire, les répondants pouvaient soumettre directement leurs commentaires au sondeur (téléphone, courriel, rencontre au besoin), sinon le questionnaire prévoyait l'espace nécessaire à leur formulation.

Les différentes variables qui décrivent les pratiques de conception (descripteurs) sont évaluées grâce à des échelles comprenant 5 points. Pour chacune de ces variables, la fréquence, l'importance, la performance et l'externalisation sont sondées. Lorsque dans le sous-échantillon, un descripteur se voit attribuer un bon degré d'importance relativement à l'atteinte du succès des projets de conception, il est considéré que cette évaluation constitue une première validation de ce descripteur. Ainsi, après analyse des résultats obtenus du sous échantillon, il nous est possible de confirmer la pertinence des descripteurs retenus dans l'outil diagnostic.

L'évaluation de ces descripteurs repose sur la perception du répondant. Quant aux différentes variables de contrôles (celles qui permettent de classer les entreprises) différents types d'échelles sont utilisés. Pour mieux comprendre les caractéristiques de l'évaluation des variables de contrôle, on pourra se référer au chapitre 3, section 3.3, en ce qui concerne l'évaluation des descripteurs, le détail est présenté au chapitre 3, section 3.2.

CHAPITRE 2

REVUE DE LITTÉRATURE

Ce chapitre présente les principaux éléments retenus lors de la revue de littérature qui ont permis d'adopter un modèle conceptuel adéquat pour appuyer le développement du questionnaire.

La section 2.1 propose une vue générale des pratiques de conception dans les entreprises soit : ce qui motive les investissements en conception, les différentes méthodes utilisées pour concilier les exigences, comment peut être amélioré le rendement en conception et comment les secteurs d'activités des entreprises influent sur les pratiques adoptées.

La section 2.2 se consacre à définir ce qu'est la conception en présentant différents modèles dont le cycle de conception et différents modèles de processus tels que ceux par phases, par activités et par domaines.

La section 2.3 établit une terminologie pour les différentes activités qui caractérisent la conception et les divise en trois grands groupes soit les activités de définition, d'évaluation et de management.

Finalement, la section 2.4 présente le modèle conceptuel adopté pour guider la construction du questionnaire, ce modèle étant caractérisé par 6 dimensions qui décrivent les projets de conception.

2.1 VUE GÉNÉRALE DES PRATIQUES DE CONCEPTION

Cette section présente les divers motifs des entreprises pour investir en conception et en développement de produit, elle traite d'exigences devant être conciliées lors du processus de conception, elle identifie des procédés et des technologies de pointe en

conception et relate l'influence des secteurs d'activité sur l'adoption de procédés et de technologies de pointe.

2.1.1 Motivation de l'investissement en conception

Le contexte concurrentiel actuel a pour effet qu'aujourd'hui, les entreprises doivent maîtriser la qualité, le coût, le délai de mise en marché de leurs produits, mais aussi leur flexibilité et leur réactivité pour être performantes (Robin, 2005). Ces impératifs découlent des caractéristiques de notre époque où l'offre supérieure à la demande, un marché relativement saturé, ouvert et très concurrentiel, d'où la nécessité de pouvoir adapter rapidement le produit aux besoins cibles du client (Robin, 2005). Ainsi la compétitivité des entreprises dépend en grande partie de l'investissement en conception et en développement de produit puisque cette branche d'activité leur permet de lancer des produits nouveaux et novateurs sur le marché (Le Masson et *al.*, 2006) et il appert que les entreprises doivent porter leur attention non seulement sur leurs technologies et leurs procédés de fabrication, mais aussi sur l'optimisation de leurs méthodes de conception (Tarondeau, 1996).

Plus spécifiquement, pour les entreprises nord-américaines, l'évolution des préférences des clients et le resserrement des délais de mise en marché constituent les principales motivations de l'investissement en conception, mais on peut également citer l'accroissement des capacités et des performances des produits de même que la maîtrise des coûts de développement de la technologie (Desing exchange et *al.*, 2010), tel que montré au tableau 1.

Tableau 1 : Motifs de l'investissement en conception

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">➤ L'évolution des préférences des clients➤ Le resserrement des délais de mise en marché➤ L'accroissement des capacités et des performances des produits➤ La maîtrise des coûts de développement de la technologie |
|--|

2.1.2 Conciliation des exigences en conception

Considérant les pressions qui poussent les entreprises à investir en conception, diverses exigences en conception de produit doivent être conciliées durant le processus de conception, notamment lors des étapes d'élaboration des stratégies, de conceptualisation et de développement (pour situer ces étapes, voir la figure 2, section 2.2.1).

Pour concilier les exigences, de nombreuses entreprises utilisent la Conception pour X (Design for X). Cette méthode vise à maximiser les exigences relatives au produit (par exemple, quant à l'assemblage) mais vise également à réduire les coûts (Design exchange et *al.*, 2010). Parmi les différentes méthodes de Conception pour X, on peut définir brièvement celles énumérées au tableau 2. Le lecteur remarquera qu'à cette liste a été ajoutée la Conception Lean qui constitue une autre approche de maximisation des exigences.

Tableau 2 : Méthodes de conception pour X et Lean

(1) Conception pour l'assemblage (DFA pour Design for assembly) :

Soit un processus par lequel sont conçus des produits dans l'optique de faciliter leur assemblage. Par exemple, un produit avec moins de composants peut être plus rapidement assemblé et résulter en une réduction des coûts. De plus, si les composants sont équipés d'interfaces qui permettent de les saisir, de les bouger, de les orienter et de les insérer facilement, le temps d'assemblage et les coûts liés seront réduits.

(2) Conception pour la fabrication (DFM pour Design for manufacturing) :

Soit un processus de conception qui implique une prise en compte simultanée des objectifs de conception et des contraintes de fabrication au moment de la conception des pièces afin d'identifier d'éventuels problèmes de fabrication. Cette méthode a pour conséquence de réduire les délais et donc le coût de développement des produits tout en améliorant leur qualité. Cette préoccupation existe dans toutes les disciplines de l'ingénierie mais les détails de mise en œuvre diffèrent grandement selon la technologie manufacturière déployée. La Conception pour la fabrication porte son attention non seulement sur l'aspect de la conception mais aussi sur la productivité.

(3) Conception pour la maintenance (DFM pour Design for maintainability or maintenance) :

Soit un processus axé sur la réduction de la quantité de travail à effectuer sur le matériel, considérant que la quantité découle de choix techniques effectués lors du cahier des charges fonctionnel et lors de la conception du produit. Cette méthode prend en compte les futures réparations et les opérations de maintenance, ce qui, pour des produits dont le cycle de vie est long, peut résulter en un impact important sur les coûts, voire plus important que la réduction des coûts de production.

(4) Conception pour la fiabilité (DFR pour Design for reliability) :

Soit un processus dont l'ensemble des règles sont mises en place pour concevoir un circuit intégré ou un système électronique ou bien tout autre système complexe afin d'assurer sa fiabilité.

(5) Conception pour la sécurité (DFS pour Design for security) :

Soit un processus mis en place afin de s'assurer que la sécurité est prise en compte dès le début de la conception. Les pratiques malicieuses sont prises en considération et une attention est portée à minimiser l'impact quand des dispositifs de sécurité s'avèrent vulnérables ou que des données d'entrées s'avèrent invalides.

(6) Conception pour les services (DFS pour Design for services) :

Soit un processus qui permet d'assembler des habiletés, des méthodes et des outils afin d'intégrer intentionnellement, durant la conception, un système facilitant les interactions avec le client et de créer une valeur en établissant une relation à long terme avec celui-ci.

(7) Conception pour l'environnement (DFE pour Design for environment) :

Soit un processus dont le cadre technique optimise les caractéristiques environnementales d'un produit, d'un processus ou d'un site. Les responsables produits et les concepteurs identifient, hiérarchisent et recommandent des améliorations environnementales dès les premières étapes de la conception. Cette approche prend en compte les impacts environnementaux dans la conception et intègre les aspects environnementaux tout au long du cycle de vie (de la matière première à la fin de vie en passant par la fabrication, la logistique, la distribution et l'usage).

(8) Conception pour la qualité (DFQ pour Design for quality) :

Soit un processus durant lequel l'attention est portée, lors du développement d'un produit, à l'améliorer de même que les systèmes nécessaires pour le produire, le maintenir et le retirer.

(9) Conception pour la production (DFP pour Design for production) :

Soit un processus qui permet d'optimiser la performance du système manufacturier, ce qui requiert des informations en qui concerne la conception du produit, les requis de fabrication, les quantités à produire ainsi que sur le système manufacturier qui réalisera le produit.

(10) Conception pour la testabilité (DFT pour Design for testability) :

Soit un processus qui intègre la testabilité d'un circuit ou de composants électroniques complexes dans la phase de conception.

(11) Conception Lean :

Concevoir Lean implique de se focaliser sur la valeur attendue par les clients et de leur fournir la valeur ajoutée maximale au moindre coût et au plus vite. L'on peut citer huit étapes du Lean design soit : combiner les éléments de conception, éliminer les éléments de conception inutiles, standardiser les composants, combiner les étapes du processus, éliminer les étapes de processus inutiles, standardiser les étapes du processus, éliminer le travail inutile, standardiser le travail.

2.1.3 Amélioration du rendement en conception

Les entreprises améliorent leur rendement en modifiant leur processus de conception, soit en adoptant des technologies de pointe en conception et/ou en optant pour de nouveaux procédés en conception de produits. À titre d'exemple, chez les fabricants canadiens ayant adopté des technologies de pointe et de nouveaux procédés en conception de produit, une majorité a constaté une amélioration de la satisfaction de leur client et la plupart ont réduit leurs délais de mise en marché. De plus, il est signalé une amélioration notable de la qualité et des caractéristiques des nouveaux produits (Design exchange et *al.*, 2010).

Les technologies de pointe correspondent au développement virtuel de produit et de prototypage rapide alors que les nouveaux procédés réfèrent à la conception/ingénierie simultanée, aux équipes de conception multifonctionnelles et à la conception/ingénierie sous format électronique.

Les technologies de pointe en conception de produit peuvent être utilisées pour valider la conception aux premières étapes du processus de conception et pour identifier les erreurs ainsi que les défauts et pour éviter la mauvaise communication des concepts, notamment dans une réalité de produits qui se complexifient et sous la pression des coûts (Design exchange et *al.*, 2010).

Quant aux procédés de pointe en conception, ils réfèrent au processus mis en place, aux caractéristiques de l'équipe de conception et à l'emploi de technologies de communication. Les tableaux 3 et 4 relatent ces différents technologies et procédés en apportant quelques précisions sur leur nature.

Tableau 3 : Technologies de pointe en conception

<p>Le développement virtuel de produits renvoie à l'utilisation de logiciels ou de services de simulation dans tout le processus de conception de produit. On entend ici surtout la conception assistée par ordinateur (CAO).</p>
<p>Le prototypage rapide désigne l'utilisation de plusieurs technologies de fabrication qui facilitent la construction d'un modèle tridimensionnel d'un objet physique, directement à partir d'un fichier de conception assistée par ordinateur (CAO), de façon relativement rapide comparativement aux méthodes de prototypage traditionnelles. On y inclut la conception et la fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO).</p>

Tableau 4 : Procédés de pointe en conception

<p>L'ingénierie simultanée renvoie aux activités d'ingénierie qui se déroulent en même temps que la conception et les autres activités de développement, et non de façon séquentielle.</p>
<p>Les équipes de conception multifonctionnelles sont des groupes faisant appel à des employés de tous les secteurs fonctionnels pertinents responsables de la conception de produit. Les équipes sont souvent formées de façon ponctuelle, selon le projet.</p>
<p>La conception/ingénierie sous format électronique (en ligne) consiste principalement en un service découlant d'une solution fondée sur des sources électroniques. Les éléments peuvent comprendre, par exemple, des formulaires électroniques et des programmes personnalisés. Cette activité fait appel à des méthodes électroniques pour effectuer des opérations commerciales, notamment par l'emploi du courrier électronique ou de la messagerie, de la technologie du Web, des babillards électroniques, de cartes d'achat, de transferts électroniques de fonds et d'échanges de données informatisées. La conception sous format électronique aide à tirer parti des équipes de conception multifonctionnelles et de la conception/ingénierie simultanée en établissant des liens entre les partenaires de la chaîne d'approvisionnement mondiale.</p>

2.1.4 L'influence des secteurs d'activités en conception

Les avantages qui découlent de l'adoption de technologies de pointe et de procédés en conception diffèrent selon les secteurs d'activités. Les lignes qui suivent abordent l'influence de l'intensité technologique des secteurs dans lesquels œuvrent les entreprises de même que le taux d'adoption d'outils et procédés de pointe en conception. Mais avant, il est nécessaire d'apporter quelques précisions sur les notions de recherche et développement et d'innovation.

La recherche et développement est un facteur déterminant de l'innovation, qui, avec la taille des entreprises, a reçu beaucoup d'attention de la part des chercheurs (Raymond et St-Pierre, 2007). Elle est définie par Statistiques Canada comme l'investigation systématique dans le domaine du génie et des sciences naturelles effectuée à l'aide d'expérience ou d'analyses en vue de l'avancement des connaissances scientifiques ou techniques (Design exchange et *al.*, 2008). Quant à l'innovation elle peut être considérée comme un « output » du processus de conception sans que cela soit systématique (Le Masson et *al.*, 2006). Dans son sens le plus large, l'innovation, peut être qualifiée de changement. L'innovation peut être technologique (innovation produit et innovation process) aussi bien qu'organisationnelle et sociale mais rarement exclusivement l'une ou l'autre.

La conception de produit concerne une grande diversité d'objets, aussi les défis des concepteurs ne sont-ils pas les mêmes et selon les projets de conception, les buts et les moyens diffèrent.

Chez les fabricants à faible intensité technologique (ex. : bois, aliments et boissons, meubles, habillement, textile, imprimerie, papier, cuir, etc.), l'innovation porte surtout sur les améliorations à apporter aux produits. Dans ces secteurs, l'impact des technologies de développement de produits sur l'innovation y est plus fort que dans les secteurs de moyenne et haute technologie alors que l'impact de l'investissement en recherche et développement de produit sur l'innovation y est faible en comparaison des secteurs de moyennes et de fortes technologies (Raymond et St-Pierre, 2007).

Les secteurs de moyenne intensité technologique (ex. : produits métalliques, caoutchouc et plastique, transformation des métaux, produits miniers, travaux de construction, produits minéraux, etc.) regroupent surtout des PME sous-traitantes consacrant leur production à de grands donneurs d'ordre internationaux ou qui sont elles-mêmes engagées dans l'exportation. Dans ces secteurs, la flexibilité est un atout essentiel pour satisfaire les clients qui exigent surtout des améliorations aux produits existants plutôt que le développement de nouveaux produits (Raymond et St-Pierre, 2007).

Dans les secteurs de forte intensité technologique (ex. produits électriques, machinerie, produits chimiques, matériel de transport), les entreprises sont très concurrentielles et le cycle de vie des produits est court. Chez ces entreprises, l'impact de la recherche et développement de produit sur l'innovation est plus important que l'impact des technologies de développement de produit (Raymond et St-Pierre, 2007).

Ainsi, l'adoption de technologies et de procédés de pointe en conception telles que le développement de produit virtuel et le prototypage rapide est plus fréquente dans certains secteurs d'activité que d'autres (Design exchange et *al.*, 2010). Par exemple, les secteurs de l'automobile et de l'aérospatial sont les secteurs qui recourent le plus au développement de produits virtuels alors que les secteurs qui recourent le plus au prototypage rapide sont les secteurs de l'automobile et de l'électronique. Autre exemple, le recours à la conception/ingénierie simultanée est plus fréquent dans les secteurs où différents décideurs interviennent dans le processus de conception, car ce procédé facilite l'optimisation des différents paramètres de la conception comme la performance et le coût de fabrication du produit (Design exchange et *al.*, 2010).

Il est à souligner que, chez les entreprises canadiennes, l'adoption de technologies de pointe en conception de produits est moins courante que l'adoption de nouveaux procédés de conception de produit. Cela peut s'expliquer par le fait que la conception de produits se fait en collaboration avec de nombreux partenaires de la chaîne d'approvisionnement. Aussi chaque partenaire doit adopter le même procédé en vue de s'assurer une bonne coordination. Cependant, il n'est pas nécessaire que tous les partenaires adoptent des technologies de conception, un nombre limité de participants étant la plupart du temps

responsables du prototypage et du développement du produit virtuel (Design exchange et *al.*, 2010).

Le tableau 5 retient deux éléments découlant de cette sous-section et qu'on se doit de considérer dans l'évaluation des pratiques de conception.

Tableau 5 : Considérations quant aux secteurs d'activité et aux partenaires

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Les secteurs d'activités influent sur le recours à des technologies et à des procédés de pointe en conception.➤ La conception se fait en collaboration avec la chaîne d'approvisionnement. |
|---|

2.2 COMPRENDRE LA CONCEPTION

La présente section s'attache à mieux comprendre la conception et à définir une terminologie relative aux éléments qui la composent. À cette fin, il s'avère nécessaire de voir différents modèles qui décrivent la conception de produit, les éléments descriptifs de ces modèles pouvant servir à déterminer les pratiques (méthodes, activités, outils spécifiques) qui seront évaluées.

2.2.1 Le cycle de conception

Il existe de nombreuses définitions du processus de conception (Deneux, 2002 dans Robin, 2005). Cependant on peut le définir comme un ensemble d'activités mises en œuvre (de façon séquentielle et/ou parallèle) utilisant des ressources humaines et matérielles pour satisfaire les objectifs de conception et aboutir à la définition du produit (Robin, 2005). Le processus de conception consiste en une transformation d'une situation initiale d'insatisfaction (pour le demandeur) en une situation où l'insatisfaction est résolue par la définition du produit. Cette transformation est le résultat de l'écoulement d'un flux d'informations à travers une succession d'activités qui transforment le processus et qui permettent de le décrire (Robin, 2005).

Le processus de conception peut être considéré comme une activité de résolution de problèmes (Simon, 1973 dans Robin, 2005) ou d'émergence de solutions (Tichkiewitch, 1994 dans Robin, 2005) et les principes de résolution utilisés s'appuient sur des activités cognitives de types déduction, induction et abduction (Takeda et *al.*, 1990 dans Robin, 2005). De plus, différents travaux ont mis en évidence que la description du processus devait se faire au niveau de son positionnement dans le cycle de conception (Pahl et Beitz, 1996 dans Robin, 2005), de son type (innovant ou adaptif), de son degré de structuration (Lurey et Raisinghani, 2001 dans Robin, 2005), des outils qui sont utilisés (Ullman, 1992 dans Robin, 2005) et de l'évaluation de son avancement. C'est dire qu'il existe de nombreuses représentations du processus.

Avant de voir plus précisément différents modèles de processus de conception, la conception de produit peut être représentée comme un cycle d'amélioration continue caractérisé par une rétroaction itérative, ce cycle étant présenté à la figure 2.

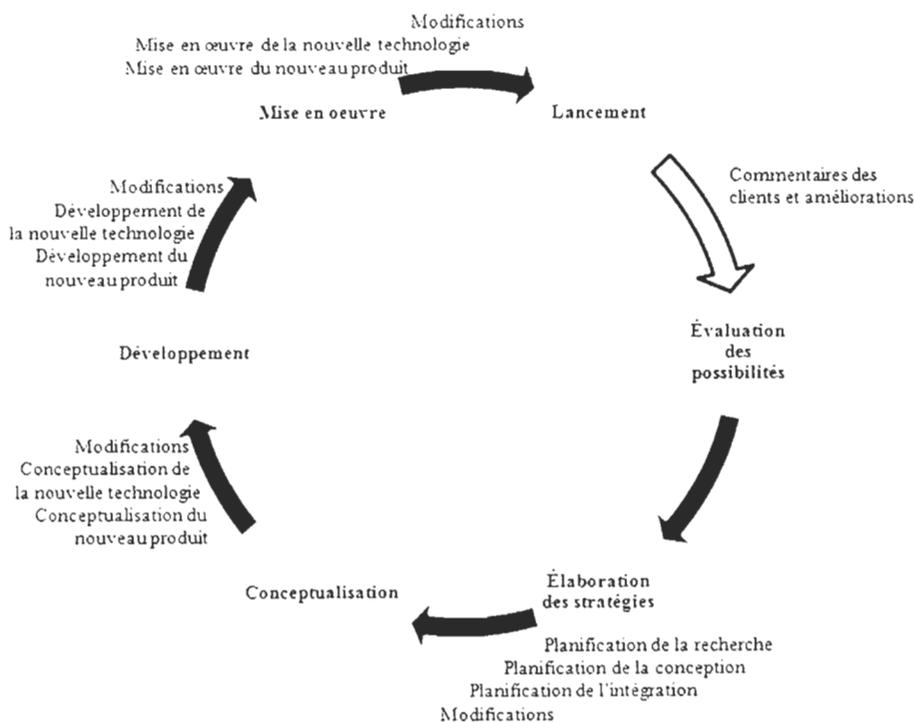


Figure 2 : Cycle de conception des produits

Source : *Design exchange et al.*, 2010

Dans ce modèle, le processus comporte 6 étapes soit l'évaluation des possibilités, l'élaboration des stratégies, la conceptualisation, le développement, la mise en œuvre et le lancement. Ces étapes sont décrites ci-dessous.

À l'étape de l'évaluation des possibilités, un besoin non comblé d'un consommateur, par exemple, est évalué afin de déterminer si l'idée d'un nouveau produit est rentable pour l'entreprise.

À l'étape de l'élaboration des stratégies, l'équipe de développement évalue les ressources requises et effectue la recherche sur la conception.

L'étape de la conceptualisation et du développement est caractérisé par la réalisation de maquettes, par l'évaluation du produit, par la modélisation, par le prototypage et les essais ainsi que par le perfectionnement du produit.

À l'étape de la mise en œuvre, le produit conçu avec succès est intégré au processus de production, ce qui implique des activités de spécifications détaillées et de coordination.

À l'étape du lancement du produit, le nouveau produit fait l'objet de promotion et est lancé sur le marché. Par la suite, la rétroaction du consommateur et les idées de perfectionnement donnent lieu à des améliorations et à de nouvelles possibilités, ce qui enclenche une nouvelle itération du cycle (Design exchange et *al.*, 2010).

2.2.2 Processus par phases, par activités ou par domaines

Bien que la conception soit difficile à modéliser de par sa dimension cognitive (Gero et Mc Neil, 1998 dans Robin, 2005) plusieurs modèles de processus de conception ont été proposés (Love, 2000 dans Robin, 2005) de même que quelques classifications de modèles.

Lonchamp (Lonchamp, 2004 dans Robin, 2005) décrit les modèles de conception en fonction de trois approches, soit l'approche basée sur la notion de phases, l'approche basée sur la notion d'activités et l'approche basée sur la notion de domaines. Les lignes qui suivent résument succinctement cette classification.

2.2.2.1 Modèles basés sur des phases

Afin de faciliter la résolution du problème de conception, les modèles basés sur des phases préconisent de l'analyser et de le décomposer. La notion de phase décrit les étapes du processus de conception comme jalonnées temporellement et définies par une planification hiérarchique a priori (Robin, 2005). Les modèles qui réfèrent à cette notion mettent en évidence qu'il faut s'attacher à planifier l'évolution du produit en ayant une vision allant du niveau global à au niveau très détaillé. Le tableau 6 présente différents processus de conception décrits selon cette approche.

Tableau 6 : Modèles de processus basés sur les phases

MODÈLE Pahl et Beitz (1996)	MODÈLE Ulrich et Eppinger (2000)
<ul style="list-style-type: none"> • Clarification de la tâche (Clarification of the task) • Conception conceptuelle (Conceptual design) • Conception « particulière » (Embodiment design) • Conception détaillée (Detail design) 	<ul style="list-style-type: none"> • Planifier (Planning) • Développement du concept (Concept development) • Conception du niveau du système (System-level design) • Conception détaillée (Detail design) • Test et affinement (Test and refinement) • Fabrication (Production ramp-up)
MODÈLE Pugh (1991)	MODÈLE Ullman (1992)
<ul style="list-style-type: none"> • Marché (Market) • Spécifications (Specifications) • Conception du concept (Concept design) • Conception détaillée (Detail design) • Fabrication (Manufacture) • Vente (Sell) 	<ul style="list-style-type: none"> • Définition et planification du projet (Project definition and planning) • Définition des spécifications (Specifications definition) • Conception conceptuelle (Conceptual design) • Développement du produit (Product development) • Vie du produit (Product support)

Source : Robin, 2005

2.2.2.2 Modèles basés sur des activités

Alors que la notion de phase décrit les étapes du processus de conception comme étant jalonnées temporellement et définies préalablement par une planification hiérarchique, la notion d'activité se rapporte à l'accomplissement des tâches par les acteurs du processus. Le tableau 7 présente certains modèles de conception basés sur la notion d'activité.

Tableau 7 : Modèles de processus basés sur les activités

MODÈLE Purcell et al. (1994)	MODÈLE Amhed (2002)
<ul style="list-style-type: none"> • Analyser le problème (Analysing Problem) • Proposer une solution (Proposing solution) • Analyser la solution (Analysing solution) • Expliciter les stratégies (Explicit strategies) 	<ul style="list-style-type: none"> • Spécifier (Specifying) • Evaluer (Evaluating) • Valider (Validating) • Diriger, orienter (Navigating) • Unifier (Unifying) • Décider (Deciding)

Source : Robin, 2005

Dans ces modèles, les activités sont représentatives des intentions des concepteurs et de l'interprétation qu'ils font de leurs tâches. La description du processus est basée sur une décomposition temporelle du déroulement des activités et est organisée en acteur ou groupe affecté à un objectif.

Comme les modèles basés sur les phases, ces modèles basés sur les activités procèdent à une décomposition du global au détaillé pour représenter le processus de conception (Robin, 2005).

2.2.2.3 Modèles basés sur la notion de domaine

Les modèles de processus de conception basé sur la notion de domaine fournissent une description du processus en fonction de l'état du produit en un instant donné en fonction des domaines impactés par la conception. Le tableau 8 présente deux de ces approches.

Tableau 8 : Modèles de processus basés sur la notion de domaine

MODÈLE Suh (1990, 2001)	MODÈLE FBS (Gero, 1990, 2004)
<ul style="list-style-type: none"> • Le domaine « Client » (Customer domain) • Le domaine « Fonctionnel » (Functional domain) • Le domaine « Physique » (Physical domain) • Le domaine « Processus » (Process domain) 	<ul style="list-style-type: none"> • F : Domaine « Fonctionnel » (Function) • S : Domaine « Structurel » (Structure). • Be : Domaine « Comportemental attendu » (Expected behavior) • Bs : Domaine « Comportemental dérivé de la structure » (Behaviour derived from structure)

Source : *Robin, 2005*

Dans ces modèles, chaque projet possède sa dynamique propre. Cependant, de par la complexité de ces modèles, les activités de conception y sont peu décrites.

2.3 TERMINOLOGIE DES ACTIVITÉS DE CONCEPTION

Il a été vu qu'il existe plusieurs manières de représenter le processus de conception et qu'elles présentent des similarités. Pour cette raison et afin de déterminer une terminologie pour décrire le processus de conception, une attention particulière a été portée à une ontologie des activités de conception (Sim et Duffy, 2003), cette ontologie présentant l'avantage de proposer une terminologie puisant à diverses sources reconnues du domaine.

Les activités de conception peuvent être divisées en trois catégories, soit les activités de définition, d'évaluation et de gestion.

2.3.1 Les activités de définition

Les activités de définition donnent forme au produit afin qu'il remplisse des fonctions spécifiques, et cela, jusqu'à ce que tous les détails requis pour la production soient déterminés (Sim et Duffy, 2003). Ces activités sont décrites aux points suivants.

2.3.1.1 Abstraire

Le but de l'abstraction est de générer des solutions de conception. Elle implique le recours aux domaines appropriés de connaissances. Elle engendre des représentations de l'objet à concevoir qui montrent les relations utiles entre les concepts avancés. L'abstraction s'apparente à la génération en ce sens qu'elle permet de se concentrer sur ce qui est général et essentiel. Elle permet d'identifier les interrelations de haut niveau. Elle implique le recours à des modèles qui simplifient les relations complexes entre les fonctions, les formes et les comportements. Une bonne abstraction illustre les relations importantes entre les comportements espérés et les attributs physiques de l'objet et permet aux concepteurs d'apporter subséquemment des raffinements (Sim et Duffy, 2003).

2.3.1.2 Générer/Associer

Le but de la génération de concept est surtout de générer des principes ou des composants qui satisferont la hiérarchie des fonctions. Cette activité vise à satisfaire les exigences d'un point de vue fonctionnel, ces dernières étant dérivées du client ou d'un besoin perçu. La génération demande de connaître les fonctions et les sous-fonctions du produit à réaliser ainsi que ses blocs constitutifs. Elle demande aussi la connaissance de certains paramètres et la connaissance de relations structurales et causales. La génération peut demander la consultation de catalogues de solutions et d'être à l'affût des derniers développements technologiques. Elle engendre des exemples de solutions ou des solutions particulières (concepts, principes de travail, composants) aux fonctions. Ces solutions auront un impact sur la structure et le comportement du produit selon les paramètres de conception attribués. L'activité de génération amène aussi de nouvelles connaissances qu'elles soient qualitatives, causales ou relationnelles (Sim et Duffy, 2003). Enfin, l'activité d'association s'apparente à la génération, une idée en nourrissant une autre.

2.3.1.3 Combiner

Comme pour l'activité d'association, l'activité de combinaison est liée à l'activité de génération. Son but est de combiner les idées et les concepts par association en vue de la satisfaction de la totalité des exigences. Cette activité demande la connaissance du domaine

et le recours à de possibles tableaux de combinaison. Elle engendre des concepts ou des modules remplissant l'ensemble des fonctions (Sim et Duffy, 2003). Cette activité affecte particulièrement sur l'architecture du produit, soit sur son caractère modulaire ou intégré.

2.3.1.4 Décomposer

Il s'agit d'une activité de résolution de problème. Elle consiste à scinder un problème complexe en de plus petits problèmes, de moindre complexité, pour qu'ils soient plus faciles à solutionner. Son but est de réduire la complexité de la conception de même que celui du processus notamment pour les projets de conception de produits complexes. La décomposition peut s'effectuer à divers niveaux, soit aux niveaux de la structure, des modules, des aspects, des fonctions, du type d'énergie, des fonctions et des moyens, des exigences fonctionnelles et des paramètres. Elle vise à connaître la structure du produit dont sa modularité de même que les exigences de la conception. Elle peut impliquer le recours à l'analyse de produits similaires en termes de composants, de systèmes ou de sous systèmes et de relations entre les parties. Elle demande une connaissance des exigences et des composants fonctionnels et une cartographie des moyens et des fonctions. Elle apporte une nomenclature spécifique de la nouvelle conception en termes de systèmes, de sous-systèmes et de parties. Elle permet de nommer les liens de dépendance ou d'indépendance entre les constituants. Elle apporte aussi une taxonomie spécifique aux fonctions complexes en cartographiant les sous-fonctions et les moyens associés (Sim et Duffy, 2003).

2.3.1.5 Définir

L'activité de définition est une activité générique du processus de conception. Son but est de formuler les décisions définitives qui représenteront des bornes dans le processus, ces bornes ayant une influence sur les activités subséquentes. Elle demande la connaissance des exigences ainsi que des décisions de conception effectuées précédemment, soit à la fin des itérations. Elle apporte divers énoncés concernant les spécifications (contraintes, interface, matériaux) afin de satisfaire les exigences (Sim et Duffy, 2003).

2.3.1.6 Détailler

Cette activité vise à éliminer toute ambiguïté et incertitude en ce qui concerne la fabrication et l'assemblage du produit. Elle demande le recours au domaine de connaissance liée à la fabrication, à l'assemblage et à l'essai du produit. Elle apporte les plans détaillés ainsi que toute la documentation nécessaire pour la fabrication et les essais du produit. Elle spécifie l'arrangement, les dimensions, les tolérances, les matériaux, les propriétés de surface de même que les instructions d'assemblage, d'ajustement et de maintenance (Sim et Duffy, 2003).

2.3.1.7 Standardiser

La standardisation peut être considérée comme une sous-activité de la conception détaillée. Elle constitue aussi, à un certain niveau, une stratégie de conception. Elle entraîne des choix guidés par un principe d'uniformité, dans les réalisations internes ou dans le recours à des composants externes. Les bénéfices associés concernent l'élimination des coûts de développement de nouveaux composants, la réduction des coûts d'équipement, d'outillage et de machinerie. Elle permet aussi la réalisation d'économies d'échelle et facilite le juste à temps. Son but est de réduire la complexité en termes de nombre de composants et de pièces ainsi que de minimiser le temps et les coûts de production. Elle demande la connaissance de la conception détaillée du produit, des spécifications relatives aux composants et aux pièces du produit de même que la connaissance des composants standards. Elle apporte une sélection de composants standards et une connaissance des critères sur lesquels se base la standardisation (Sim et Duffy, 2003).

2.3.1.8 Structurer/Intégrer

Un produit peut être représenté en termes d'éléments physiques et fonctionnels. Les éléments fonctionnels sont habituellement décrits schématiquement avant d'être implantés sous forme de technologies spécifiques, de composants ou de principes physiques de travail. Les éléments physiques (parties, composants, sous-assemblages) qui intègrent les fonctions sont organisés en plusieurs blocs appelés modules. Puisque les modules interagissent ensemble, l'identification des interactions (ex. incidentes si liées à la

géométrie, fondamentales si liées à l'énergie) permet de choisir une architecture minimisant la complexité de coordination et de communication pour réaliser le système. La détermination des fonctions et de l'architecture implique la connaissance de systèmes similaires, aussi le « benchmarking » est-il associé d'assez près à cette activité. La structuration/intégration demande la connaissance des interfaces et des interactions entre les pièces et les systèmes en plus de leurs spécifications. Elle apporte une définition du produit en termes d'architecture, de modules et d'interactions fondamentales et incidentes (Sim et Duffy, 2003).

2.3.1.9 Synthétiser

L'objectif primaire de la synthèse est d'intégrer les concepts ou les parties en un tout (la totalité de l'objet) qui remplisse la fonction désirée. Elle demande la connaissance des représentations des fonctions, des comportements et de la structure, la connaissance des divers niveaux d'abstraction de même que la connaissance des divers domaines impliqués par les divers aspects du produit. Elle apporte des connaissances relativement à l'espace de conception, à la configuration du produit, aux relations entre les propriétés de la conception et à l'intégration des composants. Elle s'exprime dans un document détaillant tous les aspects utiles à la fabrication d'un produit final satisfaisant les exigences (Sim et Duffy, 2003).

Le tableau 9 présente les activités de définition ainsi que les divers auteurs les ayant identifiées dans leur modèle de processus de conception. Les items retenus pour le questionnaire y sont aussi énoncés. Afin de faciliter la compréhension des étapes du développement du questionnaire, des items sont aussi présentés à l'intérieur des tableaux 9, 10 et 11. Ces items sont dérivés de la description des activités. Pour les constituer, certaines activités ont été regroupées, car elles sont étroitement apparentées alors que d'autres ont été divisées en plus d'un item, ces dernières étant jugées trop abstraites. La pertinence d'avoir retenu ces items pour le questionnaire sera traitée à la section consacrée au choix des descripteurs du chapitre 3, en accord avec le modèle conceptuel présenté à la section 2.4.

Tableau 9 : Activités de définition, sources et items du questionnaire

Activités de définition	Sources	Items retenus
Abstraire	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Suh (1990), Ullman (1992)	Génération de solution
Générer	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Suh (1990), Ullman (1992), Ulrich & Eppinger (2000)	
Associer	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991)	
Combiner	Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Suh (1990), Ullman (1992), Ulrich & Eppinger (2000)	
Décomposer	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Suh (1990), Ullman (1992), Ulrich & Eppinger (2000)	Décomposition du problème (en modules, fonctions, énergies, moyens, requis, etc.)
		Création d'une nomenclature (systèmes, fonctions, moyens, liens de dépendances, etc.)
Définir	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Ulrich & Eppinger (2000)	Établissement des spécifications (selon les besoins, les contraintes, les requis, etc.)
Détailler	Hubka (1988), Ulrich & Eppinger (2000)	Documentation pour la fabrication (plans détaillés, spécifications d'assemblage, procédures, etc.)
Standardiser	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996) Pugh (1991), Ulrich & Eppinger (2000)	Standardisation (réduction du nombre de pièces et de composants)
Structurer/ Intégrer	Hubka (1988), Ulrich & Eppinger (2000)	Choix de l'architecture (soit une architecture modulaire, intégrée ou hybride en vue de l'intégration des fonctions)
		Benchmarking de produits similaires (composants, relations entre les systèmes, etc.)
Synthétiser	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Suh (1990), Ullman (1992), Ulrich & Eppinger (2000)	Documentation synthèse (rapport final)

Source : *Sim et Duffy, 2003*

2.3.2 Les activités d'évaluation

Les activités d'évaluation requièrent l'emploi de savoirs spécialisés et permettent de restreindre l'espace des solutions applicables aux problèmes de conception (Sim et Duffy, 2003). Le tableau 10 présente ces activités ainsi que les diverses sources et les items du questionnaire leur étant associés.

Tableau 10 : Activités d'évaluation, sources et items du questionnaire

Activités d'évaluation	Sources	Items retenus
Analyser	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Suh (1990), Ullman (1992), Ulrich & Eppinger (2000)	Analyse (formuler, analyser, résoudre des problèmes complexes d'ingénierie)
Prise de décision	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Suh (1990), Ulrich & Eppinger (2000)	Sélection des solutions (par exemple, par l'emploi de matrices de décisions)
Sélectionner	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Ullman (1992), Ulrich & Eppinger (2000)	
Évaluer	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Suh (1990), Ullman (1992), Ulrich & Eppinger (2000)	Estimation des performances (en vue de la sélection des solutions)
Modéliser	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Ullman (1992)	Conception assistée par ordinateur (logiciels de CAO pour le développement virtuel de produits)
		Prototypage rapide : Prototypage rapide (modèle physique tridimensionnel obtenu directement à partir d'un fichier de CAO) Intégration de la conception et de la fabrication assistée par ordinateur (CFAO)
Simuler	Hubka (1988), Ullman (1992)	Simulation (imiter les comportements ou les propriétés espérées)
Essayer/expérimenter	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Ulrich & Eppinger (2000)	Réalisation de prototypes physiques partiels
		Réalisation de prototypes physiques complets

Source : *Sim et Duffy, 2003*

2.3.2.1 Analyser

Cette activité implique l'utilisation de modèles pour prédire les comportements et est liée aux activités de modélisation, de simulation et d'évaluation. Le but de l'activité est de prédire le comportement de l'objet de la conception. Elle demande des connaissances théoriques se rapportant aux phénomènes physiques et demande de connaître la structure de l'objet, les contraintes, le degré de réponse requis, l'environnement de travail ainsi que la méthode d'analyse appropriée face au phénomène étudié. L'analyse peut être soit qualitative (raisonnement, expérience, lois, principes), approximative (estimation quantitative) ou détaillée (technique numérique). Elle apporte de la connaissance en ce qui concerne une conception particulière, soit par une forme qui satisfait les critères établis pour la conception (Sim et Duffy, 2003).

2.3.2.2 Prise de décision

La prise de décision est l'activité de choisir parmi les solutions possibles. Deux types de décision peuvent s'effectuer. Le premier type concerne le processus et vise l'avancement de la conception. Le second type touche au produit en ce sens que les décisions changent l'état de celui-ci. Dans le processus de décision, les questionnements sont formulés, les critères de résolution sont établis, les évaluations sont argumentées jusqu'à l'arrêt de décisions explicites en faveur des alternatives retenues. En conception, les décisions fondamentales sont celles qui réduisent l'incertitude quant au processus de conception et qui influent fortement sur le succès des projets. La prise de décision demande la connaissance des exigences et des alternatives ainsi que des méthodes d'analyse, expérimentales ou de simulation appropriées. Elle apporte la connaissance des décisions fondamentales ainsi que des critères les appuyant en plus des choix effectués concernant les méthodes, les analyses et les techniques de support (Sim et Duffy, 2003).

2.3.2.3 Sélectionner

Cette activité peut se dérouler à toutes les phases de la conception et est habituellement précédée par une activité d'évaluation. Elle a pour but de choisir une solution de conception réalisable ou alors une activité parmi une série d'alternatives. Elle implique de connaître les attributs des alternatives ainsi que les critères de sélection. Elle apporte la connaissance du choix optimal du point de vue du processus ou du point de vue d'une conception spécifique (Sim et Duffy, 2003).

2.3.2.4 Évaluer

Cette activité a pour but de mesurer la qualité ou la valeur des solutions en fonction de critères donnés, et cela, avant la fabrication. Elle demande la connaissance des spécifications et des objectifs de la conception ainsi que des méthodes d'évaluation appropriées. Elle apporte de la connaissance en ce qui concerne le comportement de l'artéfact en comparaison avec les spécifications. L'évaluation peut être effectuée sur deux plans. Sur le plan conceptuel, une évaluation qualitative des divers concepts peut être réalisée (filtrage) alors que sur le plan de l'incorporation l'évaluation sera quantitative.

L'évaluation s'opère pour diverses raisons telles qu'éprouver la fiabilité, comparer des systèmes afin d'établir le meilleur, comparer des solutions à un idéal dans le but d'établir leurs qualités respectives (Sim et Duffy, 2003).

2.3.2.5 Modéliser

La modélisation est une activité importante dans les méthodologies actuelles. Les modèles peuvent être utilisés comme moyen de communication, de contrôle et de prédiction. Ce sont des représentations abstraites fonctionnelles ou comportementales qui peuvent être physiques, mathématiques ou virtuelles. Le but de la modélisation est de produire une représentation appropriée au type d'analyse que l'on désire effectuer (Sim et Duffy, 2003). Elle mène à l'élaboration de modèles appropriés et apporte une description plus détaillée de l'objet de la conception en fonction des analyses menées.

2.3.2.6 Simuler

Cette activité peut être menée par raisonnement ou par des essais effectués sur des modèles. Le but de la simulation est de créer une image ou une imitation du comportement et des propriétés de l'objet en utilisant des modèles appropriés. Elle demande de savoir concevoir le modèle approprié et de connaître les spécifications de la conception. Elle apporte une connaissance en ce qui concerne le comportement espéré sous certaines conditions environnementales (Sim et Duffy, 2003).

2.3.2.7 Essayer/expérimenter

Les produits destinés aux consommateurs requièrent souvent des tests de qualité en usine avant et après la fabrication. Le but de cette activité est de vérifier le comportement effectif du produit par rapport à celui espéré. Cette activité demande la connaissance des spécifications et des critères d'essais et apporte une connaissance quant au respect des spécifications de l'objet conçu (Sim et Duffy, 2003).

2.3.3 Les activités de management

Les activités de management sont liées à la coordination des activités du projet de conception. Elles sont présentées au tableau 11.

Tableau 11 : Activités de management, sources et items du questionnaire

Activités de management	Sources	Items retenus
Contraindre	Pahl & Beitz (1996)	Étude de faisabilité
Identifier	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Suh (1990)	
Explorer	Ulrich & Eppinger (2000)	Exploration des solutions avec le client (rencontres, contacts entre concepteurs et clients)
Récolter l'information	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Ullman (1992), Ulrich & Eppinger (2000)	Veille technologique (état des lieux des connaissances pouvant faire progresser les projets)
Planifier	Ullman (1992)	Planification des ressources (humaines, matérielles, financières) d'après les activités
Prioriser	Duffy <i>et al.</i> (1995)	Priorisation des objectifs (détermination d'un ordre hiérarchique et de priorité)
Résoudre les conflits	Brazier <i>et al.</i> (1995), Oh and Sharpe 1995)	Détection et résolution de conflits (cognitifs, relationnels, d'intérêts, de points de vue, etc.)
Recomposer	Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991)	Établissement de l'échéancier et suivi (sur la base de la détermination du chemin critique)
Établir l'échéancier	Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991)	
Sélectionner	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Pugh (1991), Ullman (1992), Ulrich & Eppinger (2000)	Critères de décision (prédéfinis par go/no go, gestion des risques, etc.)
Rechercher	Hubka (1988), Pahl & Beitz (1996), Ullman (1992), Ulrich & Eppinger (2000)	Recherche interne (recours à la mémoire de l'organisation, projets de conception passés) Recherche externe (experts, interviews, brevets, littérature)

Source : *Sim et Duffy, 2003*

2.3.3.1 Contraindre

Le but de l'activité de contraindre est de réduire la complexité de l'espace de solution. Les contraintes proviennent de plusieurs considérations, telles que : les codes et les standards, les procédures, l'expérience et les décisions prises en amont. Contraindre demande la connaissance des exigences de la conception et des contraintes applicables. Elle apporte une connaissance des contraintes spécifiques ainsi que leur justification (Sim et Duffy,

2003). Ainsi, elle définit l'espace des solutions réalisables. L'activité de contraindre peut être associée aux études de faisabilité.

2.3.3.2 Identifier

Le but de l'identification est de discerner les éléments essentiels et significatifs du projet de conception dans l'optique de gérer la complexité du problème de conception. Elle demande la connaissance des domaines liés, des cas de conception passés ainsi que des diverses méthodes de conception. Elle apporte la connaissance des domaines significatifs liés au projet et la connaissance de cas et de méthodes spécifiques applicables. Elle permet de connaître les aspects primordiaux (facteurs de succès pour le développement du nouveau produit, interactions entre sous-systèmes et contraintes, méthodologie, logiciels, outils) qui influenceront la conception afin d'adopter une stratégie de conception adéquate (Sim et Duffy, 2003). Comme l'activité de contraindre, l'identification peut être associée aux études de faisabilité.

2.3.3.3 Explorer

L'exploration aide à définir l'espace du problème et des solutions possibles. Elle contribue à la structuration du problème, à savoir : comment le produit devrait être utilisé et quelles ressources seront nécessaires. Elle implique des rencontres entre les concepteurs et les clients. Elle a pour but d'explorer l'espace de conception le plus ouvertement possible et sans préférence pour une solution particulière. Elle requiert la connaissance de conceptions passées, de solutions ainsi que la connaissance de ce qui est espéré. Elle mène à la structuration du problème et des informations manquantes (Sim et Duffy, 2003). Elle apporte une connaissance de conceptions potentielles pour la résolution du problème ainsi que sur les différentes stratégies de conception à adopter en fonction des options choisies.

2.3.3.4 Récolter l'information

Cette activité s'opère à partir de sources variées à l'interne ou à l'externe. Le but de la récolte d'information est de dresser un état des lieux de la connaissance pouvant faire progresser le projet de conception ou lui apporter une définition concrète. La récolte d'information est une veille (technologique entre autres) qui s'effectue tout au long du

processus de conception. Elle recourt aux informations détenues à l'intérieur de l'organisation ou fait appel à des services de vendeurs d'informations (Sim et Duffy, 2003). Elle apporte des connaissances additionnelles concernant l'objet de la conception ou le processus.

2.3.3.5 Planifier

La planification consiste à organiser les ressources (humaines, matérielles, financières) pour les rendre disponibles au cours du déroulement du processus de conception selon l'ordre établi des tâches. Les ressources consistent principalement en personnes et en équipements. La planification inclut ce qui touche la fabrication, par exemple, au niveau logistique : la planification des achats. Dans les projets de conception qui sont principalement des variantes, une planification peut être réutilisée, alors que pour une conception plus innovante, une activité de décomposition sera nécessaire. Le but de la planification est de minimiser le temps de mise en marché en canalisant les tâches de conception. Elle requiert la connaissance des tâches, des ressources, des outils ainsi que de méthodes de planification. Elle apporte un séquençage des tâches de la conception pour lesquelles des ressources (personnel, outil) sont attribuées (Sim et Duffy, 2003). Ce séquençage vise à minimiser les itérations.

2.3.3.6 Rechercher

Cette activité se rapproche de l'exploration, mais ici un résultat final est attendu. Elle s'effectue à l'interne (mémoire de l'organisation) ou à l'externe via la consultation d'experts, la tenue d'interview, la recherche de brevets, des revues de littérature, la comparaison de produits. Elle vise la satisfaction des exigences et implique la connaissance des sources d'information. Elle apporte des solutions ou des connaissances contribuant à la définition de l'objet de la conception (Sim et Duffy, 2003).

2.3.3.7 Recomposer

Cette activité consiste à recomposer le problème en tâches et en sous-tâches auxquelles on attribue à chacune un objectif. Cette recomposition peut impliquer le déroulement de tâches inter-reliées ou se déroulant simultanément. Elle a pour but de

maximiser le découpage des activités de conception afin de réduire les itérations et de minimiser le flux d'information entre les tâches. Elle demande la connaissance des activités inter-reliées ainsi que de leur ordre de préséance, de techniques (PERT, etc.) et d'algorithmes pour positionner les activités et déterminer le chemin critique. Elle engendre la connaissance du découpage, du séquençage et du couplage des activités de conception. Cette activité est étroitement associée à l'établissement de l'échéancier. (Sim et Duffy, 2003).

2.3.3.8 Établir l'échéancier

L'établissement de l'échéancier consiste à attribuer à chaque activité des dates de début et de fin, ce qui demande la connaissance des tâches, des ressources et outils requis ainsi que la connaissance de la méthode de suivi de l'échéancier. Elle apporte un séquençage des tâches pour lesquelles des ressources sont allouées et des résultats attendus en termes de temps et de dates d'échéance (Sim et Duffy, 2003).

2.3.3.9 Prioriser

Prioriser consiste à se concentrer sur l'atteinte des objectifs importants, soit ceux qui influent sur les activités subséquentes. La priorisation demande la connaissance de l'importance relative des objectifs ainsi que des exigences en termes d'informations pour chaque sous-tâche comme sa consommation en ressources. Elle apporte une connaissance de l'ordre des priorités en fonction d'objectifs pour chaque sous-tâche du projet de conception (Sim et Duffy, 2003).

2.3.3.10 Résoudre les conflits

Détecter, gérer, résoudre des conflits demande de l'expérience. Les conflits peuvent concerner les agents de la conception de façon individuelle ou alors survenir dans l'effort de collaboration. Les conflits peuvent être de divers types et se situer dans la manipulation des exigences, dans la description de l'objet de conception, dans le processus individuel d'un agent, dans la coordination des processus individuels ou alors être de nature technologique. Le but de la résolution de conflits est de résoudre les conflits (d'intérêts, de point de vue, etc). La résolution demande la connaissance des types possibles de conflits de

même que la connaissance des stratégies de résolution. Elle apporte la connaissance des contraintes dures et la relaxation des contraintes faibles. Enfin, elle apporte une connaissance spécifique à la résolution de conflit dans le processus de conception (Sim et Duffy, 2003).

2.3.3.11 Prise de décision

Les décisions de qualité sont celles qui minimisent les incertitudes dans le processus et qui sont cruciales pour l'atteinte du succès du projet de conception. Les décisions peuvent être de plusieurs types. Elles peuvent être fondamentales, celles-ci affectant grandement la conception, être intermédiaires, celles-ci étant des extensions des premières, ou encore être mineures, ces dernières concernant des détails tels la géométrie, les matériaux, la finition, les procédés, les tolérances. Le but de la prise de décision est de choisir les meilleures solutions à partir d'une série de critères. Elle s'appuie sur la connaissance des exigences de la conception, la connaissance des alternatives et la connaissance des méthodologies appropriées pour l'analyse/simulation/expérimentation. Elle apporte de la connaissance en ce qui concerne les critères introduits ou dérivés et sur la sélection des méthodes d'analyse ainsi que de la connaissance concernant les décisions fondamentales effectuées. Elle résulte en un choix raisonné d'une solution parmi d'autres afin de réaliser la meilleure conception possible (Sim et Duffy, 2003).

2.4 LE MODÈLE CONCEPTUEL

Le pilotage de projet consiste à allouer des ressources pour satisfaire au mieux les objectifs assignés au projet et 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 (Topliceanu et *al.*, 2010).

Quant au processus de conception, il s'agit d'un ensemble d'activités organisées pour satisfaire les objectifs de la conception dans un contexte spécifique. Ces objectifs concernent surtout la définition du produit et dépendent de la structure de l'entreprise (Mintzberg, 1989, dans Topliceanu et *al.*, 2010). Ces objectifs dépendent aussi des

différentes activités du processus de conception et sont influencés par la technologie et par les ressources humaines et physiques (Wang et *al.*, 2002 dans Topliceanu et *al.*, 2010).

Les différents modèles mettent en évidence le fait que, en fonction du type de conception, les objets de la conception diffèrent. Lorsque les étapes de résolution sont connues (processus routinier), le chef de projet décompose le projet en fonction des activités qui ont été identifiées et les tâches des concepteurs sont alors plutôt prescrites (Topliceanu et *al.*, 2010). Dans ces conditions, c'est le respect du délai qui est l'objectif de performance le plus important à atteindre. 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 innovant, et les activités ne structurent pas le projet (Topliceanu et *al.*, 10). Le projet est alors organisé pour favoriser la collaboration entre les acteurs du processus et le chef de projet cherchera à créer des situations de conception qui facilitent l'émergence de solutions.

Les objectifs serrés de coût, de qualité et de délais et la complexité croissante des processus de conception obligent à intégrer beaucoup d'expertises. Cela fait qu'aujourd'hui les processus de conception se fondent sur la collaboration entre les acteurs (Poveda, 2001, dans Topliceanu et *al.*, 2010). Par exemple, parce qu'elles veulent réduire les coûts de conception, mais aussi parce qu'elles ne possèdent pas forcément toutes les expertises requises, les entreprises cherchent de plus en plus à créer des partenariats lors des phases de développement de leurs produits (Robin, 2005). Découlant de cette situation, un des objectifs de la conduite de la conception sera de définir et d'organiser le système au sein duquel la conception du produit aura lieu, en tenant compte des besoins de collaboration.

De nombreux modèles de description d'un projet ont été proposés (Sohlenius, 1992, Laurikkala et *al.*, 2001, Marle, 2002, Eder, 04, dans Topliceanu et *al.*, 2010).

Une synthèse des différentes approches montre que pour décrire le contexte dans lequel se déroule le processus de conception, on doit considérer les aspects humains, le savoir scientifique et technologique, de même que l'environnement socioéconomique et organisationnel (Topliceanu et *al.*, 2010).

La figure 3 présente une adaptation du modèle du système de conception d'une entreprise appliquée à un projet de conception. Les lignes qui suivent définissent ses éléments.

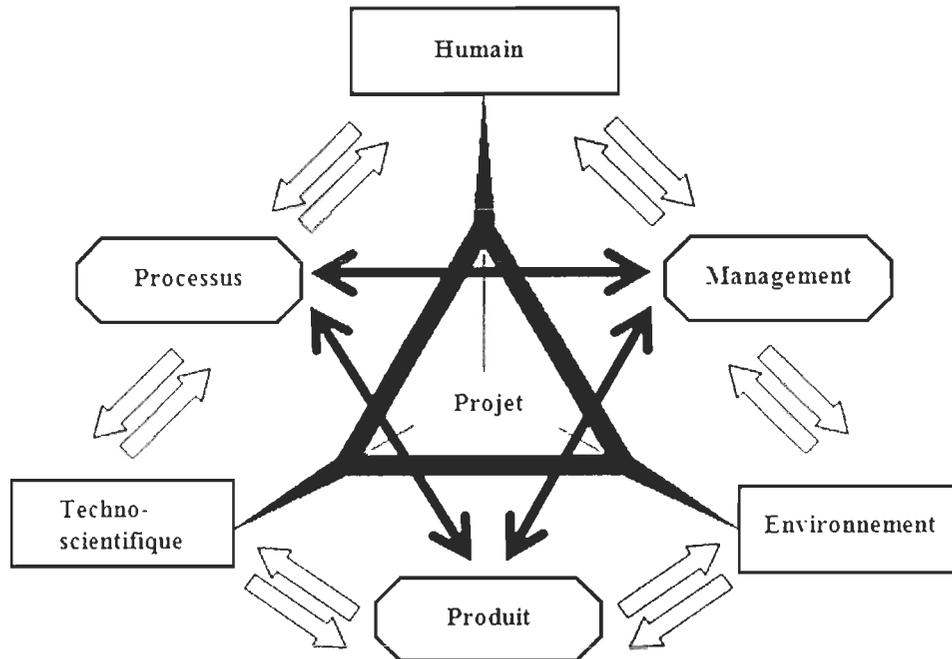


Figure 3 : Système de conception

Source : Robin, 2005

Dans ce modèle, les environnements interne et externe représentent l'entreprise (sa structure, ses fonctions, ses capacités matérielles et financières, etc.) et son environnement (les concurrents, les sous-traitants, le marché, les clients, la société, etc.).

Les aspects humains concernent les ressources humaines qui interviennent dans le projet (par exemple, le rôle de chaque acteur, les responsabilités assignées, la disponibilité, etc.). Les compétences de chacun et les aspects psychosociologiques sont aussi pris en considération (sociabilité, apprentissage, etc.).

Le savoir scientifique et technologique comprend les éléments qu'Eder (Eder, 2004) a situés sur l'axe technoscientifique (les sciences fondamentales, les sciences de l'ingénieur,

les procédés de fabrication, les technologies, etc.), ce qui correspond à une cartographie des savoirs et des technologies de l'entreprise.

Ces éléments donnent une vision du système de conception à un instant donné. Pour saisir la dynamique du système, il faut mettre en évidence les interactions qui existent entre les éléments. Pour prendre en compte ces interactions, il est proposé de les appréhender au travers d'un modèle produit, d'un modèle processus et d'un modèle organisation.

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 montre sa technicité.

Le modèle processus est 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.

Le modèle organisation ou management se situe entre les axes environnement et humain puisque au niveau organisationnel, le pilotage se traduit par l'affectation de ressources et par la mise en place d'une organisation adaptée à une situation donnée.

L'ensemble des éléments et des liens illustrés à la figure 2 donnent une vision globale du système de conception et de la performance globale de l'entreprise. Ce modèle a de plus l'avantage, de par ses différentes dimensions, de représenter de façon facile à saisir un projet de conception et ses diverses implications. Considérant les interactions entre les axes et les aspects, il doit être souligné que le positionnement des aspects intermédiaires n'est pas figé. Par exemple, l'aspect management, par certaines activités, pourrait être placé entre les axes humain et techno-scientifique (pensons par exemple à une résolution de conflit liée à la technologie).

CHAPITRE 3

DÉVELOPPEMENT DU QUESTIONNAIRE

Dans ce chapitre, le modèle conceptuel vu à la section 2.4 guidera le développement d'un questionnaire conçu pour évaluer une grande variété d'organisations, de pratiques et de projets de conception. Ainsi les sections qui suivent présentent les descripteurs attribués aux six dimensions du modèle de système de conception (section 3.1), établissent les échelles d'évaluation utilisées pour mesurer les descripteurs (section 3.2) et présentent les diverses variables de contrôle (section 3.3).

3.1 DÉTERMINATION DES DESCRIPTEURS DU SYSTÈME DE CONCEPTION

Les différents descripteurs ont été choisis pour représenter les dimensions du modèle de système de conception (voir figure 2, section 2.4) et reprennent des éléments de la revue de littérature.

3.1.1 Descripteurs de l'aspect processus

Les descripteurs de l'aspect processus, présentés au tableau 12, sont dérivés des activités de définition décrites à la sous-section 2.3.1.

Bien que ces activités donnent forme au produit jusqu'à ce que tous les détails requis pour la production soient déterminés (Sim et Duffy, 2003) cette attribution ne prétend pas restreindre le processus de conception aux seules activités de définition. Ainsi d'autres descripteurs tirés de l'ontologie pourraient aussi être assimilés au processus bien que ceux-ci caractérisent d'autres dimensions du modèle.

Tableau 12 : Descripteurs de l'aspect processus

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) Décomposition du problème (en modules, fonctions, énergies, moyens, exigences, etc.) (2) Établissement des spécifications (selon les besoins, les contraintes, les requis, etc.) (3) Génération de solutions (emploi de méthodes tels le brainstorming, TRIZ, etc.) (4) Création d'une nomenclature (systèmes, fonctions, moyens, liens de dépendances, etc.) (5) Choix de l'architecture (une architecture modulaire, intégrée ou hybride en vue de l'intégration des fonctions) (6) Standardisation (réduction du nombre de pièces et de composants) (7) Benchmarking de produits similaires (composants, relations entre les systèmes, etc.) (8) Documentation pour la fabrication (plans détaillés, spécifications d'assemblage, procédures, etc.) (9) Documentation synthèse (rapport final) |
|---|

3.1.2 Descripteurs de l'aspect techno-scientifique

Les descripteurs de l'axe techno-scientifique, présentés au tableau 13, reprennent les activités d'évaluation décrites à la sous-section 2.3.2. Cette attribution se justifie, car ces activités demandent le recours à des savoirs spécialisés afin de restreindre le nombre de solutions applicables alors que le modèle conceptuel (défini à la section 2.4) relie cette dimension aux sciences fondamentales, aux sciences de l'ingénieur, aux procédés de fabrication et aux technologies.

Tableau 13 : Descripteurs de l'axe techno-scientifique

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) Conception assistée par ordinateur (logiciels de CAO pour le développement virtuel de produits) (2) Prototypage rapide (modèle physique tridimensionnel obtenu directement à partir d'un fichier de CAO) (3) Intégration de la conception et de la fabrication assistée par ordinateur (CFAO) (4) Analyse (formuler, analyser, résoudre des problèmes complexes d'ingénierie) (5) Simulation (imiter les comportements ou les propriétés espérées) (6) Estimation des performances (en vue de la sélection des solutions) (7) Sélection des solutions (par exemple, par l'emploi de matrices de décisions) (8) Réalisation de prototypes physiques partiels (9) Réalisation de prototypes physiques complets |
|--|

3.1.3 Descripteurs de l'aspect management

Les descripteurs de l'aspect management sont liés à la coordination des activités du projet de conception et sont présentés au tableau 14 et correspondent, sauf exception aux éléments décrits à la sous-section 2.3.3. Il est à souligner que deux descripteurs, qui sont des pratiques de pointe (voir sous-section 2.1.3), ont été ajoutés à ceux dérivés de l'ontologie. Ces deux descripteurs, soit «l'ingénierie simultanée» et «l'ingénierie sous format électronique», ont été ajoutés, car ils rendent compte du flux de travail et de la gestion de données.

Tableau 14 : Descripteurs de l'aspect management

<ul style="list-style-type: none"> (1) Études de faisabilité (2) Exploration des solutions avec le client (rencontres, contacts entre concepteurs et clients) (3) Veille technologique (état des lieux des connaissances pouvant faire progresser les projets) (4) Recherche interne (recours à la mémoire de l'organisation, projets de conception passés) (5) Recherche externe (experts, interviews, brevets, littérature) (6) Découpage des tâches et ordonnancement des activités de conception (7) Planification des ressources (humaines, matérielles, financières) d'après les activités (8) Établissement de l'échéancier et suivi (sur la base de la détermination du chemin critique) (9) Priorisation des objectifs (détermination d'un ordre hiérarchique et de priorité) (10) Détection et résolution de conflits (cognitifs, relationnels, d'intérêts, de points de vue, etc.) (11) Critères de décision (prédéfinis par go/no go, gestion des risques, etc.) (12) Ingénierie simultanée (conception, fabrication, production et autres activités de développement) (13) Ingénierie sous format électronique (système de gestion de données techniques ou autres)

3.1.4 Descripteurs de l'aspect produit

Le tableau 15 présente l'aspect produit et ses descripteurs qui, bien que la liste ne soit pas exhaustive, correspondent à différentes méthodes de Conception pour X et à d'autres méthodes apparentées (voir sous-section 2.1.2).

Tableau 15 : Descripteurs de l'aspect produit

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) Conception pour l'assemblage (DFA ou autre méthode) (2) Conception pour la fabrication (DFM ou autre méthode) (3) Conception pour la maintenance (DFM ou autre méthode) (4) Conception pour la fiabilité (DFR ou autre méthode) (5) Conception pour la sécurité (DFS ou autre méthode) (6) Conception pour les services (DFS ou autre méthode) (7) Conception Lean (8) Conception pour l'environnement (DFE ou autre méthode) (9) Conception pour la qualité (DFQ ou autre méthode) (10) Conception pour la production (DFP ou autre méthode) (11) Conception pour la testabilité (DFT ou autre méthode) (12) Autres méthodes de conception pour X |
|---|

Cette approche a été favorisée parce que les différentes méthodes de Conception pour X (Design for X) sont spécifiquement orientées pour maximiser les exigences tout en réduisant les coûts (Huang, 96) (Design exchange et *al.*, 2010). Aussi le recours à ces méthodes informe-t-il sur l'orientation de la conception.

3.1.5 Descripteurs de l'axe humain

Les descripteurs de l'axe humain sont présentés au tableau 16. Considérant que les équipes de conception sont généralement petites dans les PME, le nombre de descripteurs retenus pour cette dimension est relativement restreint.

Tableau 16 : Descripteurs de l'axe humain

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) Constitution d'équipes de conception multidisciplinaires (2) Constitution d'équipes de conception en fonction des habilités, expertises (3) Constitution d'équipes de conception en fonction des types de personnalité (4) Dispositifs pour favoriser la collaboration (aménagement, rencontres, communications, etc.) (5) Dispositifs pour favoriser la motivation (volontariat, bonis, aide à des projets personnels, etc.) |
|---|

Les descripteurs retenus correspondent à l'organisation de l'équipe de conception (équipe multidisciplinaire), à sa composition (constitution selon les compétences, les

expertises, les types de personnalité), aux dispositifs mis en place pour favoriser le travail collaboratif de même que ceux mis en place pour assurer la motivation des individus impliqués dans les projets de conception (Wittorski, 2007).

Il est à noter que les résultats de l'enquête longitudinale pourraient mener à une augmentation du nombre de descripteurs dans cette dimension, par exemple, s'il s'avérait que fréquemment sont mis en place des dispositifs afin de favoriser la collaboration et la motivation. Dans ce cas, il pourrait devenir nécessaire de mieux préciser ces dispositifs et de sonder d'autres variables liées à la mobilisation d'équipes de projets (Wittorski, 2007). Pour l'instant, l'évaluation du questionnaire sur une base pilote n'a pas permis de récolter de suggestions quant à d'autres descripteurs pertinents à l'évaluation de cette dimension.

3.1.6 Descripteurs de l'axe environnemental

L'axe environnemental sonde ce qui motive l'investissement en conception de produit (voir sous section 2.1.1). En Amérique du Nord, les principaux motifs sont l'évolution des préférences des clients, le resserrement des délais de mise en marché, la croissance des performances des produits ainsi que la maîtrise des coûts de développement de produits et de la technologie (Design exchange et *al.*, 2010). Les descripteurs de la dimension environnementale sont présentés au tableau 17.

Tableau 17 : Descripteurs de l'axe environnemental

(1) Répondre à l'évolution des préférences des clients
(2) Resserrer les délais de mise en marché
(3) Accroître les performances des produits
(4) Maîtrise des coûts de développement de produits et de la technologie

Dans l'objectif d'évaluer la performance et de décrire les pratiques de conception, il apparaît nécessaire d'évaluer les motifs qui sous-tendent les efforts investis en conception, car ultimement le succès d'un projet doit reposer sur la rencontre d'objectifs alors que les moyens et les efforts déployés, eux, devraient être en relation avec l'importance de ces

objectifs. Les descripteurs retenus pour cette dimension sont liés aux environnements externe et interne de l'entreprise et représentent, en quelque sorte, leurs conditions de survie. Il est considéré que ces descripteurs peuvent refléter les stratégies d'entreprise face aux attentes du marché.

3.2 ÉVALUATION DES DESCRIPTEURS

Dans la section du questionnaire dédiée à l'évaluation des pratiques, chaque dimension est introduite et il est demandé de répondre seulement aux descripteurs qui correspondent aux pratiques de l'entreprise. L'introduction de chaque dimension est suivie de la liste des descripteurs correspondants. Pour chacun des descripteurs, des choix de réponse sont proposés pour quatre questions sondant quatre facettes. Cette évaluation s'effectue grâce à des échelles graduées.

Le tableau 18 présente un aperçu complet de l'évaluation d'un descripteur pour la dimension techno-scientifique. Il y est présenté l'introduction de la dimension, l'énoncé du premier descripteur de cette dimension (voir le tableau 13) ainsi que les questions relatives aux facettes et les choix de réponse offerts.

Dans ce tableau la première facette sondée par le questionnaire concerne l'occurrence du descripteur (recours à la pratique, motivation) et est liée à sa fréquence lors de projets de conception. Cette facette permet de déterminer le système de conception d'une organisation.

Parce que, selon divers secteurs d'activités, les pratiques et les avantages attribués à la conception varient (Design exchange et *al.*, 2010) (Raymond et St-Pierre, 2007), il importe de savoir quels descripteurs sont pertinents pour l'entreprise sondée. Pour cette raison, la deuxième facette demande d'évaluer l'«importance» de chaque descripteur en regard de la réussite du projet.

La troisième facette sondée par le questionnaire est la «performance» de l'entreprise sur les descripteurs, car un descripteur peut être considéré très important mais nécessiter tout de même des améliorations.

Puisque certaines activités de conception peuvent être attribuées ou déléguées à des partenaires, la quatrième facette appelée «sous-traitance et partenariat» demande d'évaluer l'implication des partenaires et des sous-traitants.

Tableau 18 : Exemple d'évaluation d'un descripteur de la dimension techno-scientifique

Axe techno-scientifique
<p>Situez votre organisation par rapport aux descripteurs qui concernent l'utilisation de technologies ou le recours à des activités ou des pratiques qui requièrent des savoirs particuliers lors de vos projets de conception.</p> <p>Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos outils et activités.</p> <p><i>(1) Conception assistée par ordinateur (logiciels de CAO pour le développement virtuel de produits)</i></p> <p>Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?</p> <p>0) Jamais 1) Rarement 2) Parfois 3) Souvent 4) Toujours</p> <p>Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?</p> <p>0) Non significative 1) Peu importante 2) Importante 3) Très importante 4) Essentielle</p> <p>Quelle est votre performance en la matière ?</p> <p>0) Ne s'applique pas 1) Mauvaise 2) Faible 3) Bonne 4) Très bonne</p> <p>Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?</p> <p>0) Non significative 1) Peu importante 2) Importante 3) Très importante 4) Essentielle</p>

3.3 CARACTÉRISATION DE L'ENTREPRISE ET VARIABLES DE CONTRÔLE

La section catégorisation de l'entreprise du questionnaire inclu la série de variables de contrôle qui sont énumérées au tableau 19. Ces variables permettent de classier les entreprises dans le but d'établir des portraits sectoriels et de développer des indicateurs de performance appropriés pour diverses catégories d'entreprise.

Tableau 19 : Variables de contrôle

1-Nombre d'employés	8-Niveau d'incertitude technologique
2-Chiffre d'affaires	9-Proportion de nouveaux produits
3-Croissance de l'entreprise	10-Partenariats développés
4-Principal secteur d'activité	11-Taille de l'équipe de conception
5-Description du secteur d'activité	12-Nombre d'ingénieurs dans l'équipe
6-Types de produit	13-Fins d'utilisation de la CAO
7-Complexité	14-Difficulté de recrutement

3.3.3.1 Nombre d'employés et chiffre d'affaires

Les variables «nombre d'employés» et «chiffre d'affaires» servent à spécifier la taille de l'entreprise. Les tableaux 20 et 21 présentent respectivement les énoncés des questions relatives à ces deux variables ainsi que les choix de réponse proposés.

Tableau 20 : Nombre d'employés

Variables de contrôle	Choix de réponse
1-Nombre d'employés	<input type="radio"/> 10 et moins
	<input type="radio"/> 10 à 25
	<input type="radio"/> 26 à 50
	<input type="radio"/> 51 à 100
	<input type="radio"/> 101 à 250
	<input type="radio"/> 251 à 500
	<input type="radio"/> Plus de 500

Tableau 21 : Chiffre d'affaires

Variables de contrôle	Choix de réponse
2-Chiffre d'affaires	<input type="radio"/> moins de 0,1 M
	<input type="radio"/> 0,1 à 0,5 M
	<input type="radio"/> 0,5 à 1 M
	<input type="radio"/> 1 à 3 M
	<input type="radio"/> 3 à 5 M
	<input type="radio"/> 5 à 10 M
	<input type="radio"/> 10 à 25 M
	<input type="radio"/> 25 à 50 M
	<input type="radio"/> 50 à 100 M
	<input type="radio"/> 100 à 250 M
	<input type="radio"/> 250 M à 1 G
<input type="radio"/> 1 G et plus	

3.3.3.2 Croissance de l'entreprise et proportion de nouveaux produits

La variable «croissance de l'entreprise» permet d'apprécier la réussite de l'entreprise sur le marché alors que la variable «proportion de nouveaux produits» permet d'apprécier le dynamisme en conception. Par exemple, pour les entreprises présentant les meilleures pratiques dans le développement de nouveaux produits, près de 50 % des ventes proviennent de nouveaux produits développés au cours des cinq dernières années (Griffin, 1997). Aussi, puisque le pourcentage des ventes peut représenter une information stratégique pour les entreprises, seule la proportion de nouveaux produits offerts par l'entreprise est sondée, un nouveau produit étant défini comme un produit développé au cours des cinq dernières années.

Les énoncés des questions relatives à la croissance et à la proportion de nouveaux produits ainsi qu'à leurs échelles d'évaluation sont présentés aux tableaux 22 et 23.

Tableau 22 : Croissance de l'entreprise et proportion de nouveaux produits

Variables de contrôle	Choix de réponse
3-Croissance de votre organisation au cours des 5 dernières années :	<input type="radio"/> Décroissance <input type="radio"/> Stable <input type="radio"/> Faible croissance <input type="radio"/> Croissance moyenne <input type="radio"/> Forte croissance

Tableau 23 : Proportion de nouveaux produits

Variables de contrôle	Choix de réponse
9-Quelle est la proportion de nouveaux produits (biens, procédés, équipements) parmi la gamme offerte par votre organisation (objets développés ou améliorés au cours des cinq dernières années) ?	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1/5 <input type="radio"/> 2/5 <input type="radio"/> 3/5 <input type="radio"/> 4/5 <input type="radio"/> 5/5

3.3.3.3 Partenariats développés

La variable «partenariats développés», présentée au tableau 24, permet d'identifier les types de partenaires impliqués dans les projets de conception. Le choix de réponse proposé à cette question est non exclusif, une entreprise pouvant collaborer avec plusieurs types de partenaires. Le choix de cette variable de contrôle se justifie par le fait que la conception d'un produit implique souvent la collaboration de plusieurs partenaires qui regroupent leurs expertises (Le Duigou, 2010).

Tableau 24 : Partenariats développés

Variable de contrôle	Choix de réponse
10-Avec qui développez-vous des partenariats afin de réaliser vos projets de conception ?	<input type="radio"/> Institutions d'enseignement et de recherche (universités, collèges) <input type="radio"/> Organisations de développement économique <input type="radio"/> Organisations privées (consortium, firmes, entreprises associées) <input type="radio"/> Fournisseurs privilégiés (sous-contractants) <input type="radio"/> Clients

3.3.3.4 Principal secteur d'activité et description du secteur

Deux variables servent à qualifier le secteur d'activité de l'entreprise, une basée sur la classification SCIAN «principal secteur» et l'autre étant une question ouverte «description du secteur».

Le Système de classification des industries nord-américaines (SCIAN) est construit selon un principe d'agrégation qui regroupe les unités de production qui utilisent des processus de production similaires (Statistique Canada, 2012). Seuls quelques secteurs du SCIAN sont proposés dans le questionnaire, soit ceux jugés les plus pertinents (Fabrication, Construction et Services). En ce qui concerne la description du secteur, cette variable sert à valider que la classification SCIAN proposée s'applique bien à l'entreprise sondée tout en apportant un complément d'information. Le tableau 25 présente les énoncés de ces deux variables alors que les choix de réponse relatifs aux secteurs tirés du SCIAN sont présentés au tableau 26.

Tableau 25 : Principal secteur et description du secteur

Variables de contrôle	Choix de réponse
4-Principal secteur d'activité (une seule réponse, selon votre grand domaine, soit la fabrication, la construction ou les services) :	Selon la classification SCIAN ➤ Fabrication (20 choix) ➤ Construction (3 choix) ➤ Services (1 choix)
5-En environ 10 mots, décrivez ce que vous concevez :	Question ouverte : _____

Tableau 26 : Secteurs d'activité SCIAN (choix de réponse)

➤ Secteur Fabrication (20 choix)
<ul style="list-style-type: none"> ○ Fabrication d'aliments ○ Fabrication de boissons et de produits du tabac ○ Usines de textiles ○ Usines de produits textiles ○ Fabrication de vêtements ○ Fabrication de produits en bois ○ Fabrication du papier ○ Impression et activités connexes de soutien ○ Fabrication de produits du pétrole et du charbon ○ Fabrication de produits chimiques ○ Fabrication de produits en plastique et en caoutchouc ○ Fabrication de produits minéraux non métalliques ○ Première transformation des métaux ○ Fabrication de produits métalliques ○ Fabrication de machines ○ Fabrication de produits informatiques et électroniques ○ Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques ○ Fabrication de matériel de transport ○ Fabrication de meubles et de produits connexes ○ Activités diverses de fabrication
➤ Secteur Construction (3 choix)
<ul style="list-style-type: none"> ○ Construction de bâtiments ○ Travaux de génie civil ○ Entrepreneurs spécialisés
➤ Secteur Services (1 choix)
<ul style="list-style-type: none"> ○ Professionnels, scientifiques et techniques

3.3.3.5 Types de produits, complexité et degré d'incertitude

Les produits sont catégorisés selon trois variables, les «types de produits», la «complexité» (selon le nombre de composants) et le «degré d'incertitude technologique» (Hubka, 88). Puisque les secteurs d'activités sont nombreux, la caractérisation des produits peut s'avérer utile pour discriminer entre les différents patterns de systèmes de conception qui seront rencontrés. Une approche par caractérisation des produits permettra des regroupements plus larges. Ces variables sont présentées au tableau 27.

Tableau 27 : Types de produit, complexité et niveau d'incertitude technologique

Variables de contrôle	Choix de réponse
6-Quel type de produits concevez-vous ?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Produits industriels (procédés, équipements, composants, matériaux, etc.) ○ Produits de consommation de masse (prêts à l'utilisation, destinés à un grand public) ○ Ne s'applique pas
7-En ce qui concerne le nombre de composants, vos objets de conception sont-ils plutôt :	<ul style="list-style-type: none"> ○ Simples (peu de composants, ex : tire-bouchon) ○ Complexes (plusieurs composants, ex : électroménagers) ○ Très complexes (beaucoup de composants, ex : avions, immeubles)
8-Quel est le degré d'incertitude relatif à vos projets de conception ?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bas (recours à des technologies connues et éprouvées) ○ Moyen (intégration d'innovations entraînant quelques inconnues) ○ Élevé (projets très innovants et créatifs) ○ Ne s'applique pas

3.3.3.6 Taille de l'équipe et nombre d'ingénieurs

Les équipes de conceptions sont qualifiées par deux variables, soit la «taille de l'équipe de conception» et le «nombre d'ingénieurs dans l'équipe». Ces variables sont considérées importantes, car la gestion d'une grande ou d'une petite équipe ne présente pas les mêmes défis (organisation, suivi, etc.) et il est présumé que la présence d'ingénieurs dans une équipe devrait s'accompagner de l'utilisation et de la maîtrise d'outils et de méthodes liées à leur discipline. Ces variables sont présentées au tableau 28.

Tableau 28 : Taille de l'équipe et nombre d'ingénieurs

Variables de contrôle	Choix de réponse
Taille habituelle d'une équipe de conception affectée à un projet :	<input type="radio"/> Aucune personne <input type="radio"/> 1 à 3 <input type="radio"/> 4 à 10 <input type="radio"/> 11 à 25 <input type="radio"/> 26 à 50 <input type="radio"/> 51 à 100 <input type="radio"/> Plus de 100
Nombre habituel d'ingénieurs dans une équipe de conception ?	<input type="radio"/> Aucune personne <input type="radio"/> 1 à 3 <input type="radio"/> 4 à 10 <input type="radio"/> 11 à 25 <input type="radio"/> 26 à 50 <input type="radio"/> 51 à 100 <input type="radio"/> Plus de 100

3.3.3.7 Fin d'utilisation de la CAO et difficulté de recrutement

Les outils de CAO peuvent être utilisés à diverses fins au cours d'un projet de conception (Ulrich et Eppinger, 2000), aussi une variable est dédiée à spécifier les «fins d'utilisation de la CAO».

Enfin, la dernière variable de contrôle mesurée par le questionnaire sonde la «difficulté de recrutement» de ressources compétentes en conception, ce qui, pour une chaire de recherche et d'enseignement en génie, constitue une question d'intérêt. Le tableau 29 présente ces variables.

Tableau 29 : Fins d'utilisation de la CAO et difficultés de recrutement

Variables de contrôle	Choix de réponse
Si vous avez recours à des outils de conception assistée par ordinateur (CAO), à quelles fins sont-ils utilisés ?	<input type="radio"/> Modélisation 3D (dessins) <input type="radio"/> Analyses simples (masse, mouvements, interférences) <input type="radio"/> Analyses numériques (éléments finis, analyse dynamique)
Avez-vous des difficultés à recruter des ressources humaines compétentes en ingénierie de la conception ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non

CHAPITRE 4

ANALYSE DES RÉSULTATS

Les sections qui suivent présentent comment l'outil d'évaluation présenté dans son intégralité à l'annexe 1 peut être utilisé dans une perspective d'auto-évaluation de la performance du système de conception. Les résultats présentés ici sont ceux obtenus d'une compagnie manufacturière œuvrant dans le secteur d'activités des produits métalliques et plus particulièrement dans la fabrication de structures de bâtiments. Cette compagnie a été choisie pour illustrer les résultats en raison de sa culture en conception, l'entreprise ayant affirmé recourir à la plupart des indicateurs identifiés dans le questionnaire. Quant à l'ensemble des résultats, ils peuvent être consultés à l'annexe 2.

Les lignes qui suivent s'attardent à caractériser l'entreprise témoin (section 4.1), puis à positionner ce cas sur le système de conception ainsi qu'en regard des dimensions du modèle (section 4.2). Les résultats obtenus sont commentés au fur et à mesure qu'ils sont présentés.

4.1 CARACTÉRISATION DE L'ENTREPRISE

L'entreprise choisie embauche entre 50 et 100 employés et a gardé son chiffre d'affaires confidentiel. Sa croissance est qualifiée de moyenne. Elle se classe dans le secteur de fabrication de produits métalliques, dans le secteur de la construction de bâtiments et dans le secteur des services professionnels, scientifiques et techniques. L'entreprise qualifie ses produits d'industriels et les considère comme très complexes, mais avec un degré d'incertitude technologique bas. La proportion de nouveaux produits

développés au cours des cinq dernières années est de 2 sur 5. L'entreprise développe ses partenariats avec des fournisseurs privilégiés (sous-contractants). La taille d'une équipe de conception affectée à un projet est de 1 à 3 personnes et de même pour le nombre d'ingénieurs. L'entreprise utilise des outils de CAO à des fins de modélisation 3D, d'analyses simples et d'analyses numériques. L'entreprise dit ne pas avoir de difficultés à recruter du personnel compétent en conception.

Tableau 30 : Caractérisation de l'entreprise

Caractérisation de l'entreprise	
Variables de contrôle	Réponses
1-Nombre d'employés	50 à 100 employés
2-Chiffre d'affaires	-
3-Croissance de l'entreprise dans les dernières 5 années	Croissance moyenne
4-Principal secteur d'activité	Fabrication (produits métalliques) Construction de bâtiments Services professionnels, scientifiques et techniques
5-Description du secteur d'activité	Bâtiment d'acier de type commercial et industriel
6-Types de produit	Produits industriels (procédés, équipements, composants, matériaux, etc.)
7-Complexité (selon le nombre de composants)	Très complexes (beaucoup de composants, ex : avions, immeubles)
8-Niveau d'incertitude technologique	Bas (recours à des technologies connues et éprouvées)
9-Proportion de nouveaux produits dans les dernières 5 années	2/5
10-Partenariats développés	Fournisseurs privilégiés (sous-contractants)
11-Taille de l'équipe de conception	1 à 3
12-Nombre d'ingénieurs d'une équipe	1 à 3
13-Fins d'utilisation de la CAO	Modélisation 3D (dessins) Analyses simples (masse, mouvements, interférences) Analyses numériques (éléments finis, analyse dynamique)
14-Difficulté de recrutement	Non

4.2 POSITIONNEMENT DE L'ENTREPRISE SUR LE SYSTÈME DE CONCEPTION

4.2.1 Positionnement global

La figure 2 montre le positionnement global de la compagnie témoin sur les axes et les aspects du système de conception. Ces résultats sont obtenus en calculant la moyenne des scores attribués aux quatre questions sondant les descripteurs d'une dimension. Les moyennes sont calculées uniquement pour les indicateurs considérés importants à la question évaluant l'importance accordée pour le succès. Par exemple, pour une dimension où seulement deux descripteurs sur neuf sont considérés significatifs, les moyennes sont calculées pour ces deux seuls descripteurs pour l'importance, la performance, l'externalisation et la fréquence d'utilisation.

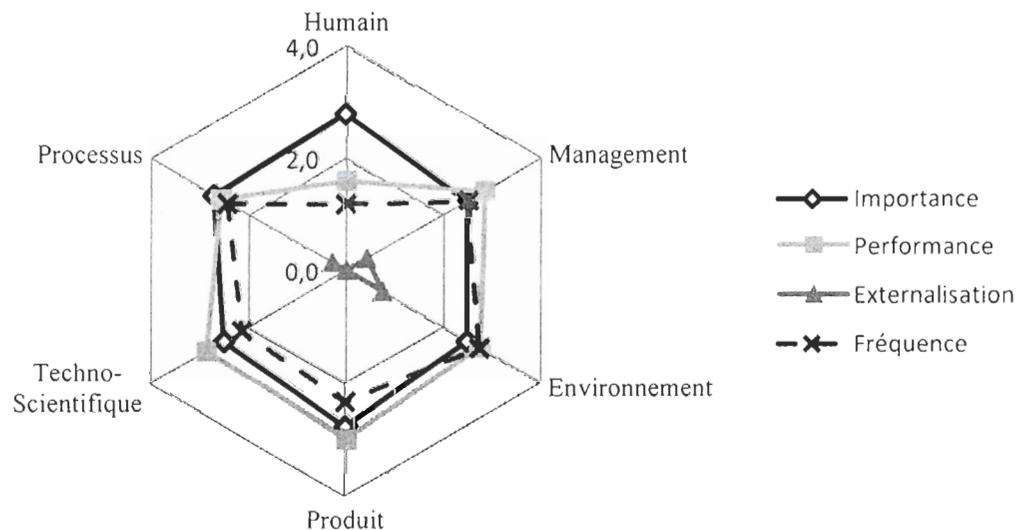


Figure 4 : Positionnement sur le système de conception

Le positionnement sur le système de conception montre que cette compagnie performe assez bien dans l'ensemble à l'exception de la dimension humaine où la courbe de performance est nettement en dessous de la courbe de l'importance accordée. Dans

l'ensemble, il appert que les dimensions sont considérées comme étant d'une importance presque égale.

La figure 2 montre aussi que des indicateurs du questionnaire sont utilisés dans la pratique pour chacune des dimensions mais moins souvent dans la dimension humaine. Enfin, les dimensions management, environnement et processus sont celles où des descripteurs sont externalisés.

4.2.2 L'axe humain

La dimension humaine de l'entreprise témoin est présentée à la figure 4. On y constate qu'avec des scores de 4,0, la constitution des équipes selon les habilités et les expertises et les dispositifs mis en place pour favoriser la collaboration sont considérés comme étant les descripteurs les plus importants dans un contexte de projet de conception. Avec des scores de 2,0, le recours aux équipes multidisciplinaire, la constitution des équipes selon les types de personnalité et les dispositifs favorisant la motivation sont considérés comme des descripteurs de moindre importance.

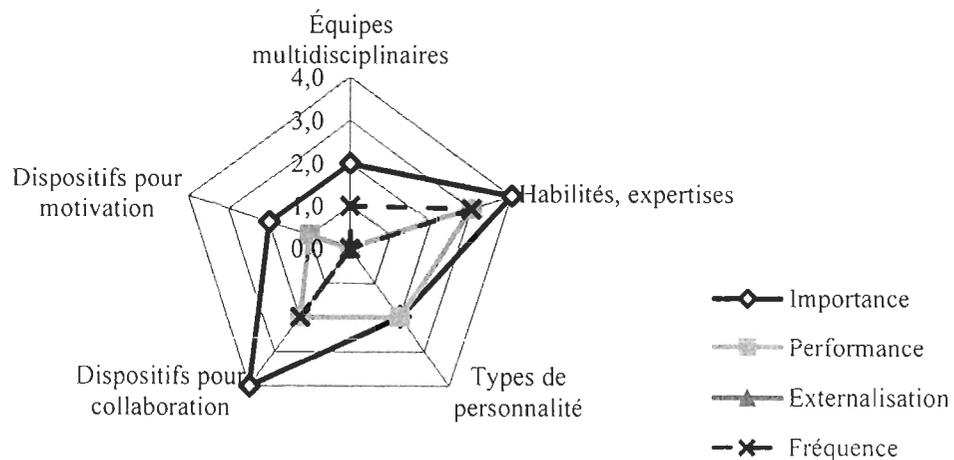


Figure 5 : Positionnement sur la dimension humaine

Dans l'ensemble, la figure 4 montre une courbe de performance qui se situe en dessous de la courbe d'importance accordée pour le succès sauf pour le descripteur «types de personnalité» pour lequel les courbes de performance et d'importance se chevauchent. Les plus grandes différences observées entre les courbes de performance et d'importance sont situées sur le descripteur «dispositifs pour (favoriser la) collaboration».

En ce qui concerne la fréquence d'utilisation, il est constaté que la constitution d'équipe en fonction des types de personnalité n'est jamais utilisée de même que la mise en place de dispositifs pour favoriser la motivation.

Avec pour objectif d'augmenter la performance des projets de conception, des pistes d'action peuvent être dégagées du graphique. Ces pistes d'action sont proposées sur la base des différences observées entre les courbes de performance et d'importance en fonction du score attribué à l'importance.

Ainsi, pour deux descripteurs où une même différence est calculée entre la performance et l'importance, des actions prioritaires devraient être entreprises sur le descripteur ayant le score le plus élevé sur la facette de l'importance.

Suivant cette logique, pour la dimension humaine, une première piste d'action serait d'augmenter la performance sur le plan des dispositifs pour favoriser la collaboration. Une deuxième piste d'action serait d'augmenter la performance au niveau de la constitution des équipes multidisciplinaires. Une troisième piste d'action serait d'augmenter la performance sur le descripteur constitution des équipes selon les habilités et les expertises, alors qu'une dernière proposition serait de prendre des mesures en regard des dispositifs favorisant la motivation.

4.2.3 L'aspect management

Pour la dimension management, 12 descripteurs sur 13 ont été jugés significatifs par l'entreprise témoin. Seule l'ingénierie sous format électronique n'a pas été jugée importante. L'exploration des solutions avec le client, la veille technologique et la

recherche externe apparaissent comme faiblement externalisées pour le premier et moyennement pour les deux autres.

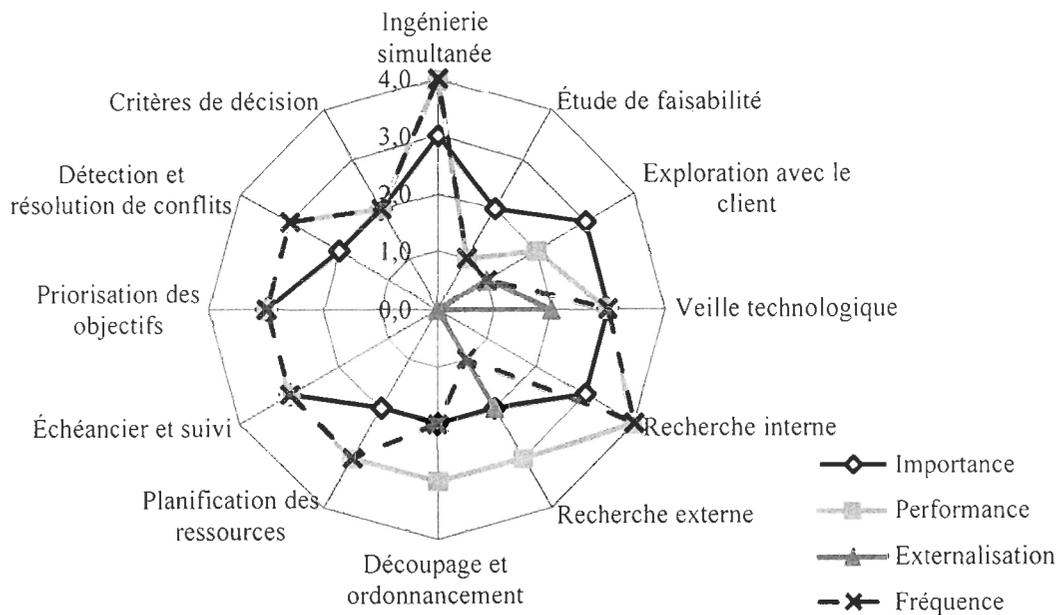


Figure 6 : Positionnement sur la dimension management

De façon générale la courbe de performance entoure la courbe d'importance, ce qui suggère une bonne maîtrise des indicateurs dans cette dimension. Il est constaté une différence négative sur seulement deux descripteurs, soit pour l'étude de faisabilité et pour l'exploration des solutions avec le client.

Sur la base du degré d'importance accordée, des mesures concernant l'exploration des solutions avec le client devraient être entreprises de même que, mais à un degré moindre, des mesures pour améliorer la performance concernant les études de faisabilité.

4.2.4 L'axe environnement

La figure 4 montre les résultats concernant la performance et l'importance pour la dimension environnement (pour voir les résultats complets, se référer à l'annexe 5). Il appert que pour cette dimension, les quatre descripteurs proposés ont été jugés significatifs.

Comme piste d'action, seul le descripteur concernant le délai de mise en marché devrait faire l'objet d'actions prioritaires.

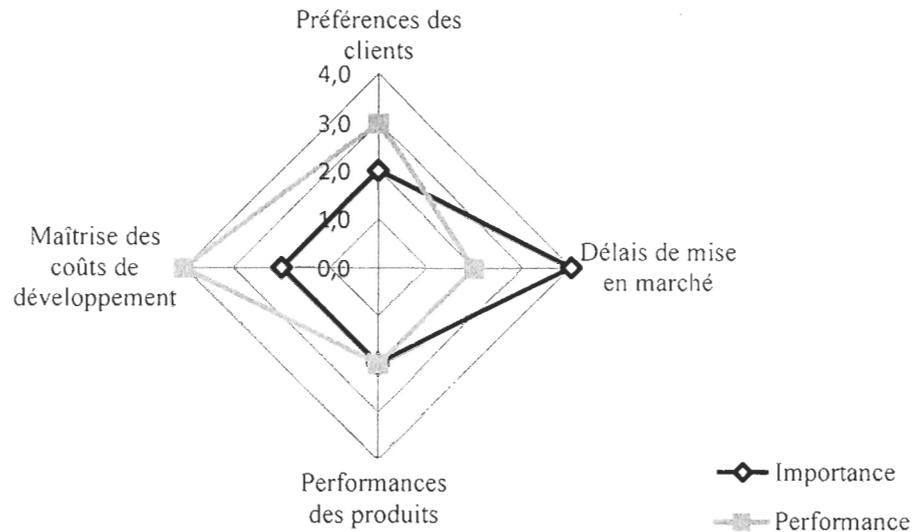


Figure 7 : Positionnement sur la dimension environnementale

4.2.5L'aspect produit

En ce qui concerne l'aspect produit, 9 descripteurs sur 11 ont été jugés significatifs. Seuls les descripteurs conception pour les services et conception pour la testabilité ont été écartés. Une seule piste d'action se dégage pour cette dimension, soit celle d'augmenter la performance sur le descripteur conception pour l'assemblage.

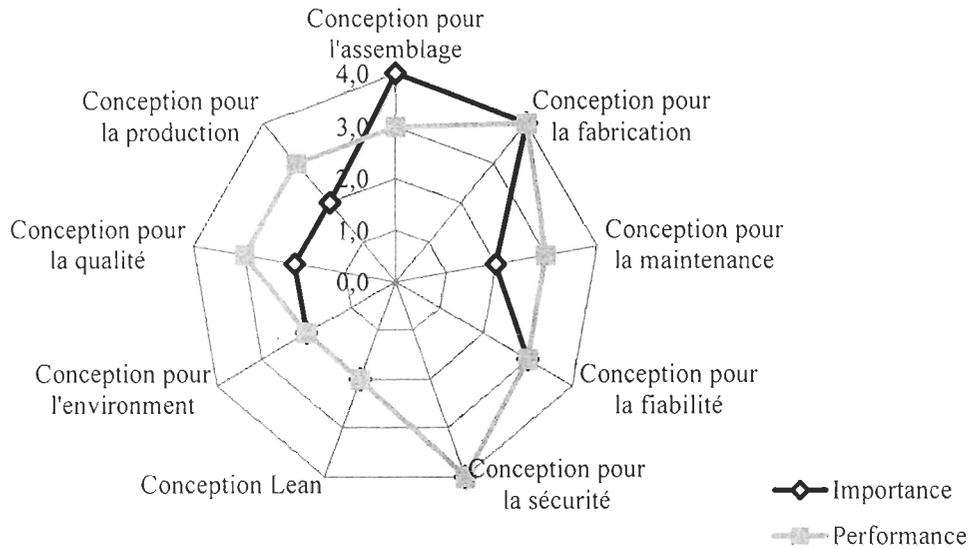


Figure 8 : Positionnement sur la dimension produit

4.2.6 L'axe techno-scientifique

La figure 8 présente les résultats obtenus pour la dimension techno-scientifique.

Dans cette dimension, 8 descripteurs sur 9 ont été retenus et seul le prototypage rapide n'a pas été jugé significatif. Il se dégage une seule piste d'action sur cette dimension, soit d'augmenter le degré de performance sur le descripteur simulation.

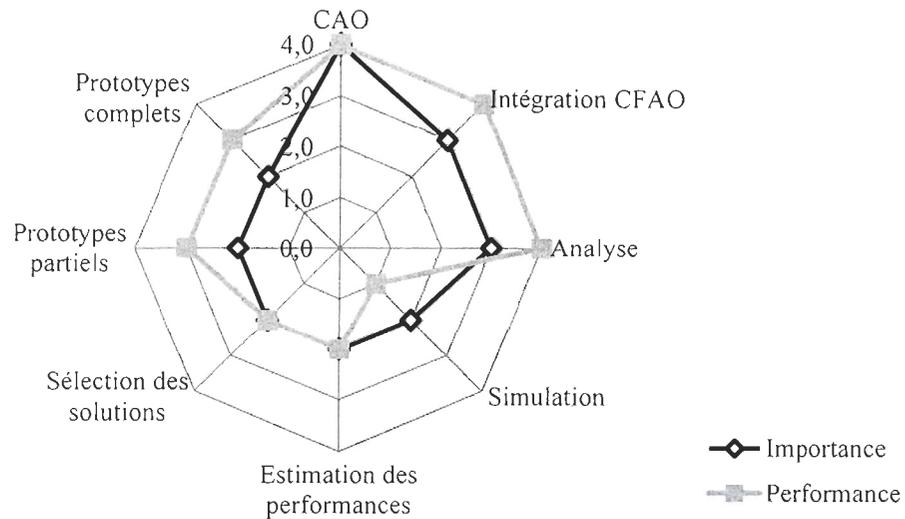


Figure 9 : Positionnement sur l'axe techno-scientifique

4.2.7 L'aspect processus

En ce qui concerne le processus, 7 descripteurs sur 9 ont été retenus. Les descripteurs rejetés sont la création d'une nomenclature et le benchmarking (mise à l'essai de produits similaires). Afin d'augmenter le degré de performance, une piste d'action prioritaire est proposée pour le descripteur correspondant à la rédaction du rapport final alors qu'une piste d'action secondaire est proposée relativement au descripteur de génération des solutions.

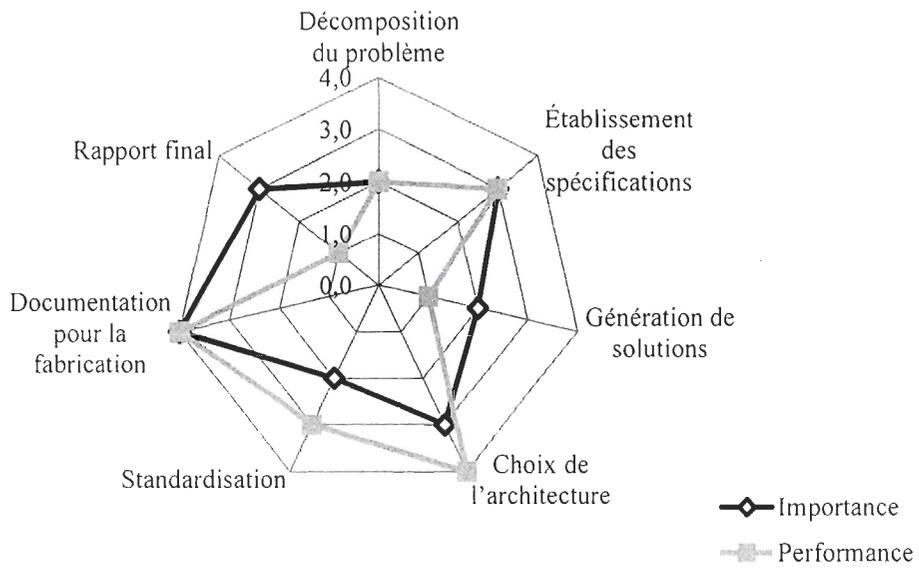


Figure 10 : Positionnement sur l'aspect processus

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans cet ouvrage, il a été vu que la réactivité et l'innovation constituent des impératifs de survie pour les entreprises. Pour améliorer leur rendement, celles-ci, en plus d'optimiser leurs technologies et leurs procédés, doivent porter attention à leur processus de conception pour proposer des produits nouveaux qui répondent en temps aux attentes du marché. Cependant, l'évaluation du système de conception en vue de son optimisation n'est pas chose aisée notamment parce que la description de son processus ne fait pas consensus et que nonobstant le modèle de référence choisi, rarement celui-ci correspond en tous points aux façons de faire des entreprises. Ainsi, ce mémoire a été dédié au développement d'un outil d'évaluation de la conception de produit en s'appuyant sur des savoirs relatifs au domaine, dans une tentative de synthèse des activités, des méthodes, des moyens, des outils, des motivations supportant la conception de produit. Le résultat principal de ce travail réside dans le questionnaire d'évaluation de la performance du processus de conception. Bien qu'il puisse être considéré comme trop volumineux, il faut néanmoins se rappeler que celui-ci est tributaire de la nature exploratoire de l'outil et des nombreuses variables constituant le profil de système de conception d'une entreprise.

Cet outil a été conçu pour décrire, sur la base de la perception du répondant, le système de conception. Les résultats obtenus peuvent servir à signaler des faiblesses ou des incohérences relativement à la maîtrise des descripteurs et aider à amorcer une réflexion quant à des cibles d'amélioration. De plus, dans le cadre d'une étude longitudinale, les données pourront servir à établir des portraits pour des secteurs d'activité donnés (ou pour d'autres catégories d'entreprises) afin de déterminer, entre autres, les descripteurs les plus associés au succès des projets. Le but de cet exercice est alors de pouvoir situer une entreprise par rapport aux meilleures pratiques de sa catégorie.

Au stade de cette recherche, pour des raisons statistiques, les résultats ne permettent pas de comparer les compagnies ayant participé sur une base pilote à la validation du questionnaire. Cependant les résultats obtenus permettent déjà d'établir que l'outil est prometteur notamment parce qu'il peut être utilisé comme un outil diagnostique qui permet de dégager des pistes d'action pour augmenter la performance des projets de conception.

La priorisation des pistes d'action doit être cependant nuancée. Il appartient à l'organisation de définir les raisons qui expliquent les résultats obtenus et de déterminer les actions à entreprendre. Il est possible que des actions prises pour augmenter la performance sur un indicateur résultent en une augmentation de la performance chez d'autres indicateurs. Par exemple, en augmentant la performance sur l'indicateur de collaboration dans la dimension humaine, on peut possiblement augmenter la performance d'une équipe multidisciplinaire si la collaboration constitue le principal problème. L'outil de mesure indique des cibles d'amélioration afin de mieux performer globalement en conception. En agissant judicieusement sur les cibles, une compagnie devrait atteindre plus facilement ses objectifs et augmenter ses chances de succès dans ces projets de conception.

Dans l'ensemble, cet outil a montré qu'il pouvait servir à caractériser les pratiques de conception d'une entreprise et faire ressortir sur une base d'auto-évaluation des carences en terme de différences observées entre degré d'importance des descripteurs et degré de performance de l'entreprise sur ces descripteurs. Cet outil a cependant des limites. D'abord, cet ouvrage a exploré une approche plutôt 'ingénierique' de la performance, cela afin de limiter l'envergure de la recherche compte tenu du sujet central (la performance de la conception) et de ses liens avec d'autres concepts aussi riches que ceux d'innovation ou de portefeuille de projets, pour cette raison, les dimensions humaine et managériale du modèle de référence s'avèrent somme toute limitées alors que les liens entre conception et innovation comme moyens d'évaluer la performance de la conception ont sans doute été trop peu examinés.

Autre limite, la pleine compréhension des énoncés n'est pas assurée pour tout répondant (bien que l'on ait porté attention à la clarté de nos énoncés et à pré-tester le questionnaire auprès de spécialistes du domaine), cela à cause de la description sommaire des activités et des méthodes sondées et de par des confusions toujours possibles entre les termes. D'autre part, l'approche adoptée visant à éclater le processus de conception en plusieurs dimensions sans le représenter de manière séquentielle et itérative, pourrait déconcerter des entreprises ayant déjà défini leur processus de conception et déjà déterminé leurs indicateurs de performance. C'est là, surtout, une question de terminologie et celle qui a été privilégiée semblait la plus à même de s'appliquer au plus grand nombre quoiqu'il n'est pas certain que tous y trouvent la même pertinence. Ajoutons à cela que ce ne sont pas tous les secteurs d'activité qui ont validé le questionnaire, ainsi certains secteurs pourraient ne pas se reconnaître dans le portrait proposé. À ce propos, l'hétérogénéité des résultats suggère des pistes de réponse si on veut mieux cibler les PME. Ainsi, une démarche plus « dynamique » pour la suite de cette recherche pourrait être adoptée. Celle-ci viserait à demander de répondre d'abord à quelques variables de contrôle puis, en fonction des réponses obtenues, à des ensembles de questions adaptés aux facteurs de contextualisation avancés. De même, il serait intéressant de demander de prioriser ou de pondérer les 6 dimensions, puis peut-être les descripteurs par la suite.

Enfin, il serait envisageable d'adapter cet outil, par exemple, à d'autres modèles, disons à celui du cycle de conception en appliquant une quadruple évaluation (fréquence, importance, performance, externalisation) à ses constituants. Cette voie serait adéquate dans l'optique de constituer un outil d'évaluation des pratiques de conception qui soit plus collé au langage des praticiens de la conception, car admettons-le, le modèle exploité dans ces pages, bien qu'exhaustif, est un peu théorique. Ainsi une présentation de l'outil sous une typologie autre, plus connue des intervenants du domaine, pourrait s'avérer plus « parlante » notamment pour divers acteurs économiques et de support à l'innovation.

Cela devrait être considéré si un observatoire des pratiques de conception devait voir le jour, mais voilà un autre beau chantier à travailler.

*ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DES PRATIQUES DE
CONCEPTION*

QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DES PRATIQUES DE CONCEPTION

IDENTIFICATION DE L'ENTREPRISE ET DU RÉPONDANT

Entreprise et division : _____

Adresse : _____

Ville : _____

Code postal : _____

Nom du répondant : _____

Fonction : _____

Téléphone : _____

Courriel : _____

CARACTÉRISATION DE L'ENTREPRISE

Nombre d'employés :

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="radio"/> 10 et moins | <input type="radio"/> 100 à 250 |
| <input type="radio"/> 10 à 25 | <input type="radio"/> 250 à 500 |
| <input type="radio"/> 25 à 50 | <input type="radio"/> 500 et plus |
| <input type="radio"/> 50 à 100 | |

Chiffre d'affaires :

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="radio"/> moins de 0,1 M | <input type="radio"/> 10 à 25 M |
| <input type="radio"/> 0,1 à 0,5 M | <input type="radio"/> 25 à 50 M |
| <input type="radio"/> 0,5 à 1 M | <input type="radio"/> 50 à 100 M |
| <input type="radio"/> 1 à 3 M | <input type="radio"/> 100 à 250 M |
| <input type="radio"/> 3 à 5 M | <input type="radio"/> 250 M à 1 G |
| <input type="radio"/> 5 à 10 M | <input type="radio"/> 1 G et + |

Croissance de votre organisation au cours des 5 dernières années :

- Décroissance
- Stable
- Faible Croissance
- Croissance moyenne
- Forte croissance

Principal secteur d'activité (une seule réponse, selon votre grand domaine, soit la fabrication, la construction ou les services) :

Fabrication

Construction

Services

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> Fabrication d'aliments | <input type="radio"/> Construction de bâtiments | <input type="radio"/> Professionnels, scientifiques et techniques |
| <input type="radio"/> Fabrication de boissons et de produits du tabac | <input type="radio"/> Travaux de génie civil | |
| <input type="radio"/> Usines de textiles | <input type="radio"/> Entrepreneurs spécialisés | |
| <input type="radio"/> Usines de produits textiles | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de vêtements | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de produits en bois | | |
| <input type="radio"/> Fabrication du papier | | |
| <input type="radio"/> Impression et activités connexes de soutien | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de produits du pétrole et du charbon | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de produits chimiques | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de produits en plastique et en caoutchouc | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de produits minéraux non métalliques | | |
| <input type="radio"/> Première transformation des métaux | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de produits métalliques | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de machines | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de produits informatiques et électroniques | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de matériel de transport | | |
| <input type="radio"/> Fabrication de meubles et de produits connexes | | |
| <input type="radio"/> Activités diverses de fabrication | | |

En environs 10 mots, décrivez ce que vous concevez : _____

Quel type de produits concevez-vous ?

- Produits industriels (procédés, équipements, composants, matériaux, etc.)
- Produits de consommation de masse (prêts à l'utilisation, destinés à un grand public)
- Ne s'applique pas

En ce qui concerne le nombre de composants, vos objets de conception sont-ils plutôt :

- Simples (peu de composants, ex : tire-bouchon)
- Complexes (plusieurs composants, ex : électroménagers)
- Très complexes (beaucoup de composants, ex : avions, immeubles)

Quel est le degré d'incertitude relatif à vos projets de conception ?

- Bas (recours à des technologies connues et éprouvées)
- Moyen (intégration d'innovations entraînant quelques inconnues)
- Élevé (projets très innovants et créatifs)
- Ne s'applique pas

Quelle est la proportion de nouveaux produits (biens, procédés, équipements) parmi la gamme offerte par votre organisation (objets développés ou améliorés au cours des cinq dernières années) :

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| <input type="radio"/> 0 | <input type="radio"/> 3/5 |
| <input type="radio"/> 1/5 | <input type="radio"/> 4/5 |
| <input type="radio"/> 2/5 | <input type="radio"/> 5/5 |

Avec qui développez-vous des partenariats afin de réaliser vos projets de conception ?

Institutions d'enseignement et de recherche (universités, collèges)	Organisations de développement économique	Organisations privées (consortium, firmes, entreprises associées)	Fournisseurs privilegiés (sous- contractants)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Taille habituelle d'une équipe de conception affectée à un projet :

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="radio"/> Aucune personne | <input type="radio"/> 26 à 50 |
| <input type="radio"/> 1 à 3 | <input type="radio"/> 51 à 100 |
| <input type="radio"/> 4 à 10 | <input type="radio"/> Plus de 100 |
| <input type="radio"/> 11 à 25 | |

Nombre habituel d'ingénieurs dans une équipe de conception ?

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="radio"/> Aucun | <input type="radio"/> 26 à 50 |
| <input type="radio"/> 1 à 3 | <input type="radio"/> 51 à 100 |
| <input type="radio"/> 4 à 10 | <input type="radio"/> Plus de 100 |
| <input type="radio"/> 11 à 25 | |

Si vous avez recours à des outils de conception assistée par ordinateur (CAO), à quelles fins sont-ils utilisés ?

Modélisation 3D (dessins)	Analyses simples (masse, mouvements, interférences)	Analyses numériques (éléments finis, analyse dynamique)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Avez-vous des difficultés à recruter des ressources humaines compétentes en ingénierie de la conception ?

- Oui
- Non

Apportez votre commentaire en ce qui concerne la partie du questionnaire consacrée à l'IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION (manque de clarté de certaines questions ?, suggestion de nouvelles variables ?, etc.).

Une absence de réponse à cette question sera interprétée comme un accord avec le contenu de cette partie.

Commentaire : _____

L'ENTREPRISE ET SON ENVIRONNEMENT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les motivations de vos investissements en conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos motivations.

A : Répondre à l'évolution des préférences des clients

Est-ce pour vous un motif d'investissement en conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

B : Resserrer les délais de mise en marché

Est-ce pour vous un motif d'investissement en conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

L'ENTREPRISE ET SON ENVIRONNEMENT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les motivations de vos investissements en conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos motivations.

C : Accroître les performances des produits

Est-ce pour vous un motif d'investissement en conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

D : Maîtrise des coûts de développement de produits et de la technologie

Est-ce pour vous un motif d'investissement en conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

Apportez votre commentaire en ce qui concerne la partie du questionnaire consacrée à L'ENTREPRISE ET SON ENVIRONNEMENT (manque de clarté de certaines questions ?, suggestion de nouvelles variables ?, etc.).

Une absence de réponse à cette question sera interprétée comme un accord avec le contenu de cette partie.

Commentaire : _____

SAVOIR ET TECHNOLOGIE

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent l'utilisation de technologies ou le recours à des activités ou des pratiques qui requièrent des savoirs particuliers lors de vos projets de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos outils et activités.

A : Conception assistée par ordinateur (logiciels de CAO pour le développement virtuel de produits)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

B : Prototypage rapide (modèle physique tridimensionnel obtenu directement à partir d'un fichier de CAO)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

SAVOIR ET TECHNOLOGIE

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent l'utilisation de technologies ou le recours à des activités ou des pratiques qui requièrent des savoirs particuliers lors de vos projets de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos outils et activités.

C : Intégration de la conception et de la fabrication assistée par ordinateur (CFAO)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

D : Analyse (formuler, analyser, résoudre des problèmes complexes d'ingénierie)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

SAVOIR ET TECHNOLOGIE

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent l'utilisation de technologies ou le recours à des activités ou des pratiques qui requièrent des savoirs particuliers lors de vos projets de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos outils et activités.

E : Simulation (imiter les comportements ou les propriétés espérées)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

F : Estimation des performances (en vue de la sélection des solutions)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

SAVOIR ET TECHNOLOGIE

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent l'utilisation de technologies ou le recours à des activités ou des pratiques qui requièrent des savoirs particuliers lors de vos projets de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos outils et activités.

G : Sélection des solutions (par exemple, par l'emploi de matrices de décisions)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

H : Réalisation de prototypes physiques partiels

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

SAVOIR ET TECHNOLOGIE

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent l'utilisation de technologies ou le recours à des activités ou des pratiques qui requièrent des savoirs particuliers lors de vos projets de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos outils et activités.

I : Réalisation de prototypes physiques complets

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

Apportez votre commentaire en ce qui concerne la partie du questionnaire consacrée au SAVOIR ET À LA TECHNOLOGIE (manque de clarté de certaines questions ?, suggestion de nouvelles variables ?, etc.).

Une absence de réponse à cette question sera interprétée comme un accord avec le contenu de cette partie.

Commentaire : _____

PROCESSUS DE CONCEPTION

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités qui donnent forme au produit afin qu'il remplisse des fonctions déterminées.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de structuration et de mise en forme du produit.

A : Décomposition du problème (soit en modules, fonctions, énergies, moyens, requis, etc.)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

B : Établissement des spécifications (selon les besoins, les contraintes, les requis, etc.)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

PROCESSUS DE CONCEPTION

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités qui donnent forme au produit afin qu'il remplisse des fonctions déterminées.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de structuration et de mise en forme du produit.

C : Génération de solutions (emploi de méthodes tels le brainstorming, TRIZ, etc.)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

D : Création d'une nomenclature

(systèmes, fonctions, moyens, liens de dépendances, etc.)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

PROCESSUS DE CONCEPTION

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités qui donnent forme au produit afin qu'il remplisse des fonctions déterminées.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de structuration et de mise en forme du produit.

E : Choix de l'architecture (soit une architecture modulaire, intégrée ou hybride en vue de l'intégration des fonctions)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

F : Standardisation (réduction du nombre de pièces et de composants)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

PROCESSUS DE CONCEPTION

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités qui donnent forme au produit afin qu'il remplisse des fonctions déterminées.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de structuration et de mise en forme du produit.

G : Benchmarking de produits similaires (composants, relations entre les systèmes, etc.)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

H : Documentation pour la fabrication (plans détaillés, spécifications d'assemblage, procédures, etc.)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

PROCESSUS DE CONCEPTION

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités qui donnent forme au produit afin qu'il remplisse des fonctions déterminées.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de structuration et de mise en forme du produit.

I : Documentation synthèse (rapport final)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

Apportez votre commentaire en ce qui concerne la partie du questionnaire consacrée au PROCESSUS DE CONCEPTION (manque de clarté de certaines questions ?, suggestion de nouvelles variables ?, etc.).

Une absence de réponse à cette question sera interprétée comme un accord avec le contenu de cette partie.

Commentaire : _____

MANAGEMENT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités de gestion du projet de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de gestion.

A : Étude de faisabilité

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

B : Exploration des solutions avec le client

(rencontres, contacts entre concepteurs et clients)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

MANAGEMENT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités de gestion du projet de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de gestion.

C : Veille technologique

(état des lieux des connaissances pouvant faire progresser les projets)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

D : Recherche interne

(recours à la mémoire de l'organisation, projets de conception passés)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

MANAGEMENT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités de gestion du projet de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de gestion.

E : Recherche externe (experts, interviews, brevets, littérature)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

F : Découpage des tâches et ordonnancement des activités de conception

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

MANAGEMENT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités de gestion du projet de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de gestion.

G : Planification des ressources (humaines, matérielles, financières) d'après les activités

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

H : Établissement de l'échéancier et suivi (sur la base de la détermination du chemin critique)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

MANAGEMENT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités de gestion du projet de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de gestion.

I : Priorisation des objectifs (détermination d'un ordre hiérarchique et de priorité)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

J : Détection et résolution de conflits (cognitifs, relationnels, d'intérêts, de points de vue, etc.)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

MANAGEMENT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités de gestion du projet de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de gestion.

K : Critères de décision (prédéfinis par go/no go, gestion des risques, etc.)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

L : Ingénierie simultanée

(conception, fabrication, production et autres activités de développement)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

MANAGEMENT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les activités de gestion du projet de conception.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à vos activités de gestion.

M : Ingénierie sous format électronique (système de gestion de données techniques)

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

Apportez votre commentaire en ce qui concerne la partie du questionnaire consacrée au MANAGEMENT (manque de clarté de certaines questions ?, suggestion de nouvelles variables ?, etc.).

Une absence de réponse à cette question sera interprétée comme un accord avec le contenu de cette partie.

Commentaire : _____

DIMENSION HUMAINE

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les ressources humaines qui interviennent dans le projet.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent aux pratiques relatives à vos équipes de conception.

A : Constitution d'équipes de conception multidisciplinaires

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

B : Constitution d'équipes de conception en fonction des habilités, expertises

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

DIMENSION HUMAINE

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les ressources humaines qui interviennent dans le projet.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent aux pratiques relatives à vos équipes de conception.

C : Constitution d'équipes de conception en fonction des types de personnalité

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

D : Constitution d'équipes de conception en fonction des habilités, expertises

Y avez-vous recours, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

DIMENSION HUMAINE

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent les ressources humaines qui interviennent dans le projet.

Répondez seulement aux aspects qui correspondent aux pratiques relatives à vos équipes de conception.

E : Dispositifs pour favoriser la motivation (volontariat, bonis, aide à des projets personnels, etc.)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

Apportez votre commentaire en ce qui concerne la partie du questionnaire consacrée à la DIMENSION HUMAINE (manque de clarté de certaines questions ?, suggestion de nouvelles variables ?, etc.).

Une absence de réponse à cette question sera interprétée comme un accord avec le contenu de cette partie.

Commentaire : _____

DIMENSION PRODUIT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent la maximisation des exigences du produit par l'emploi de méthodes spécifiques (Design for X ou autres méthodes structurées).

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à l'emploi de méthodes de maximisation des exigences lors de vos projets de conception.

A : Conception pour l'assemblage (Design for Assembling ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

B : Conception pour la fabrication (Design for Manufacturing ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

DIMENSION PRODUIT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent la maximisation des exigences du produit par l'emploi de méthodes spécifiques (Design for X ou autres méthodes structurées).

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à l'emploi de méthodes de maximisation des exigences lors de vos projets de conception.

C : Conception pour la maintenance (Design for Maintainability ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

D : Conception pour la fiabilité (Design for Reliability ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

DIMENSION PRODUIT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent la maximisation des exigences du produit par l'emploi de méthodes spécifiques (Design for X ou autres méthodes structurées).

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à l'emploi de méthodes de maximisation des exigences lors de vos projets de conception.

E : Conception pour la sécurité (Design for Safety ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

F : Conception pour les services (Design for Serviceability ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

DIMENSION PRODUIT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent la maximisation des exigences du produit par l'emploi de méthodes spécifiques (Design for X ou autres méthodes structurées).

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à l'emploi de méthodes de maximisation des exigences lors de vos projets de conception.

G : Conception en vue de la gestion du gaspillage (Lean design ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

H : Conception pour l'environnement (Design for Environment ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

DIMENSION PRODUIT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent la maximisation des exigences du produit par l'emploi de méthodes spécifiques (Design for X ou autres méthodes structurées).

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à l'emploi de méthodes de maximisation des exigences lors de vos projets de conception.

I : Conception pour la qualité (Design for Quality, Six sigma ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

J : Conception pour la production (Design for Production ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

DIMENSION PRODUIT

Situez votre organisation par rapport aux indicateurs qui concernent la maximisation des exigences du produit par l'emploi de méthodes spécifiques (Design for X ou autres méthodes structurées).

Répondez seulement aux aspects qui correspondent à l'emploi de méthodes de maximisation des exigences lors de vos projets de conception.

K : Conception pour la testabilité (Design for Testability ou autre méthode)

En faites-vous, lors de vos projets de conception ?	Quelle est l'importance de cet aspect par rapport au succès des projets ?	Quelle est votre performance en la matière ?	Quelle est l'implication de vos partenaires en la matière ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

Utilisez-vous d'autres méthodes de Design for X lors de vos projets de conception ?

Autres méthodes de Design for X : _____

Situez votre organisation par rapport aux autres méthodes de Design for X que vous avez identifiées.

Fréquence du recours ?	Importance par rapport au succès des projets ?	Votre performance en la matière ?	Implication de vos partenaires ?
<input type="radio"/> Jamais	<input type="radio"/> Non significative	<input type="radio"/> Mauvaise	<input type="radio"/> Non significative
<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Peu importante	<input type="radio"/> Faible	<input type="radio"/> Peu importante
<input type="radio"/> Parfois	<input type="radio"/> Importante	<input type="radio"/> Bonne	<input type="radio"/> Importante
<input type="radio"/> Souvent	<input type="radio"/> Très importante	<input type="radio"/> Très bonne	<input type="radio"/> Très importante
<input type="radio"/> Toujours	<input type="radio"/> Essentielle	<input type="radio"/> Excellente	<input type="radio"/> Essentielle

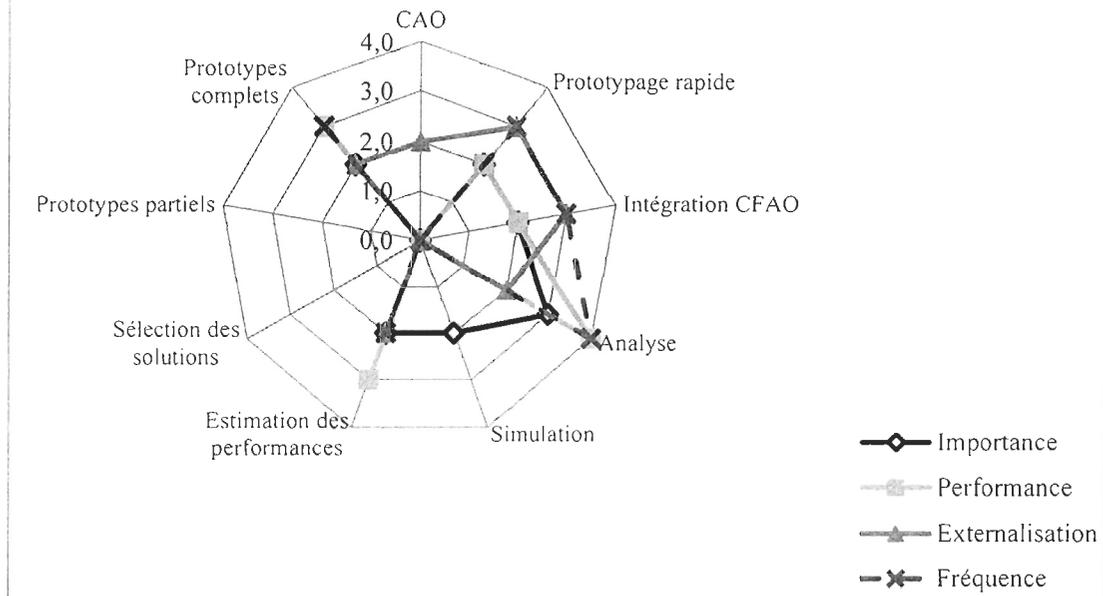
ANNEXE 2 : RÉSULTATS

Répondant 1 : XXXXXXXXXX

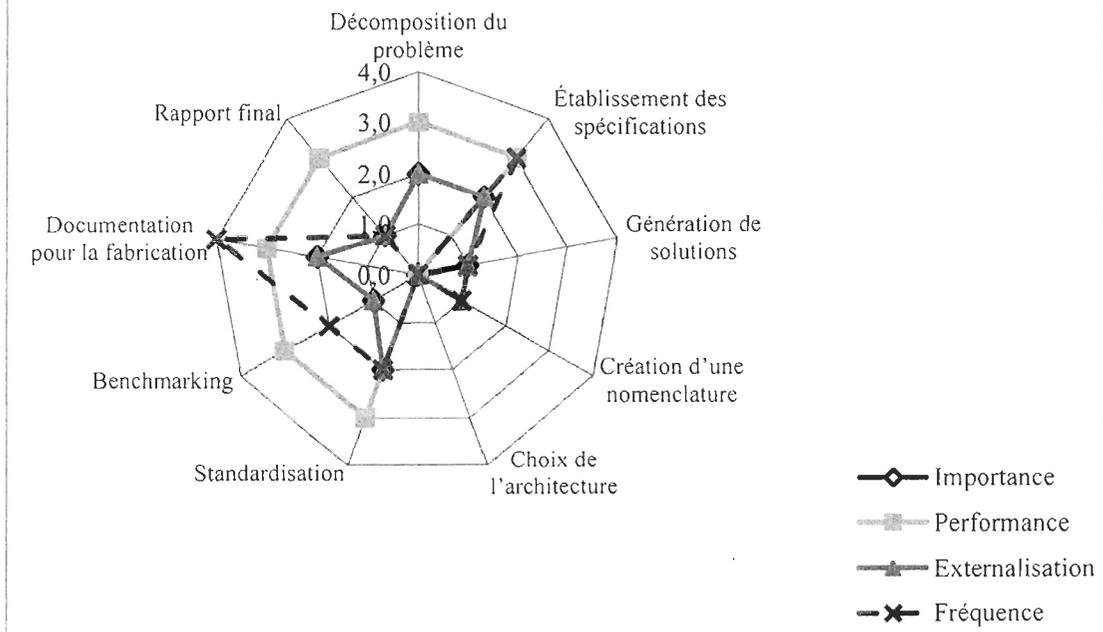
Caractérisation de l'entreprise_répondant 1

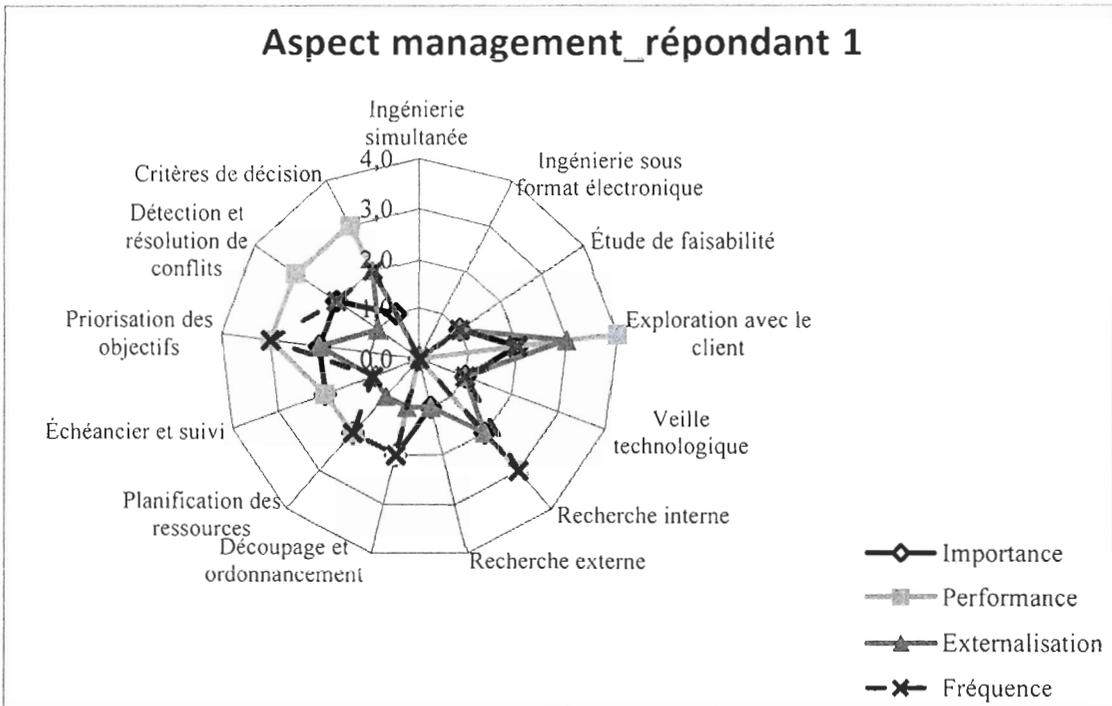
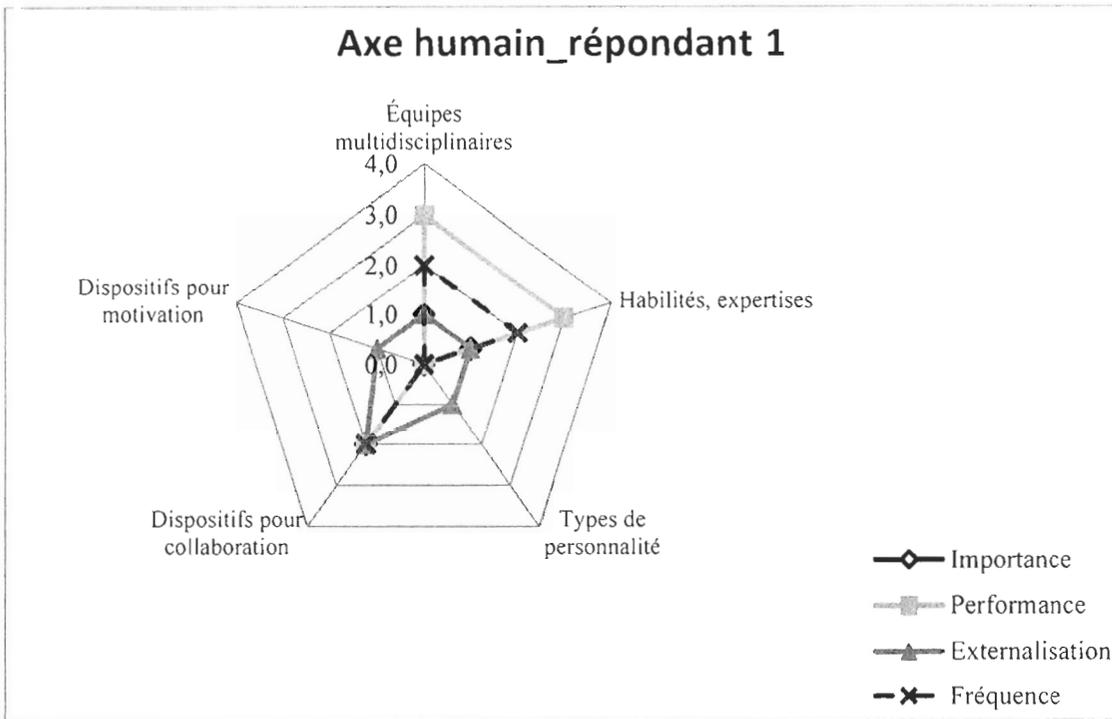
Variables de contrôle	Réponses
1-Nombre d'employés	10 à 25 employés
2-Chiffre d'affaires	1 à 3 M
3-Croissance de l'entreprise dans les dernières 5 années	Forte croissance
4-Principal secteur d'activité	Première transformation des métaux
5-Description du secteur d'activité	Fabrication de pièces coulées en acier et fontes résistant à l'abrasion
6-Types de produit	Produits industriels (procédés, équipements, composants, matériaux, etc.)
7-Complexité (selon le nombre de composants)	Simple (peu de composants, ex : tire-bouchon)
8-Niveau d'incertitude technologique	Moyen (intégration d'innovations entraînant quelques inconnues)
9-Proportion de nouveaux produits dans les dernières 5 années	1/5
10-Partenariats développés	Aucun
11-Taille de l'équipe de conception	1 à 3
12-Nombre d'ingénieurs d'une équipe	1 à 3
13-Fins d'utilisation de la CAO	Modélisation 3D (dessins)
14-Difficulté de recrutement	Non

Axe techno-scientifique_répondant 1



Aspect processus_répondant 1



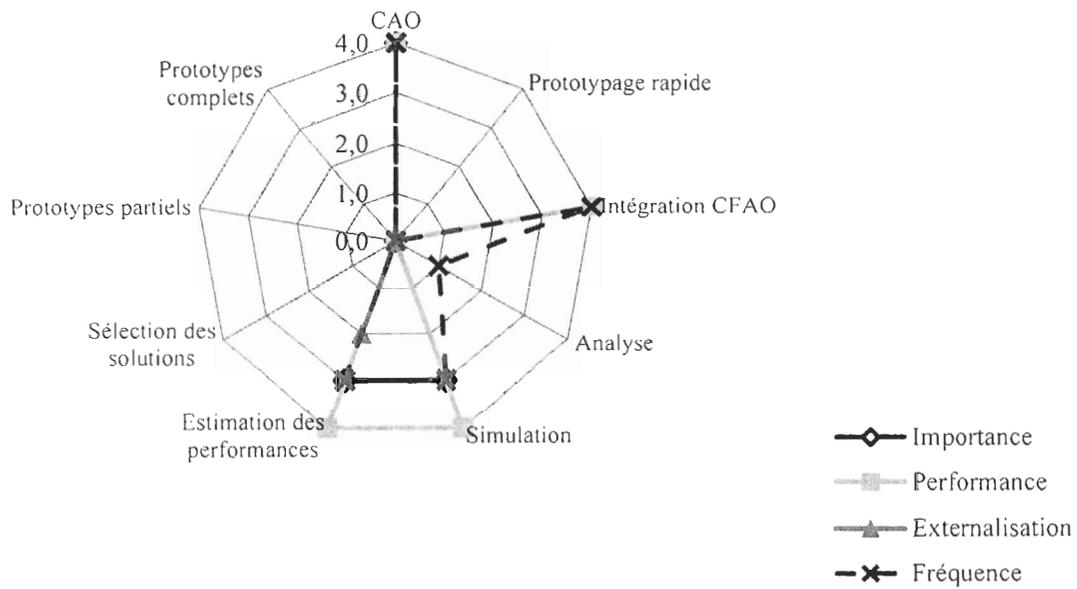


Répondant 2 : XXXXXXXXXX

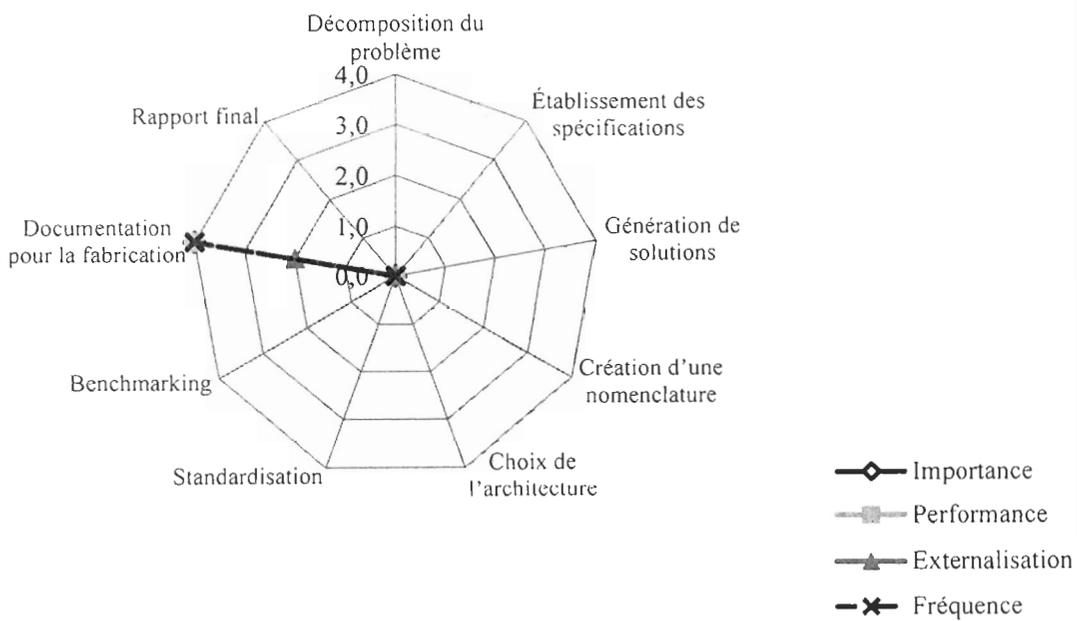
Caractérisation de l'entreprise_répondant 2

Variables de contrôle	Réponses
1-Nombre d'employés	250 à 500 employés
2-Chiffre d'affaires	100 à 250 M
3-Croissance de l'entreprise dans les dernières 5 années	Forte croissance
4-Principal secteur d'activité	Fabrication de produits métalliques
5-Description du secteur d'activité	Pièces coulées destinées à l'industrie minière Revêtements de broyeurs pour le minerai
6-Types de produit	Produits industriels (procédés, équipements, composants, matériaux, etc.)
7-Complexité (selon le nombre de composants)	Simple (peu de composants, ex : tire-bouchon)
8-Niveau d'incertitude technologique	Moyen (intégration d'innovations entraînant quelques inconnues)
9-Proportion de nouveaux produits dans les dernières 5 années	3/5
10-Partenariats développés	Clients
11-Taille de l'équipe de conception	4 à 10
12-Nombre d'ingénieurs d'une équipe	1 à 3
13-Fins d'utilisation de la CAO	Modélisation 3D (dessins) Analyses simples (masse, mouvements, interférences)
14-Difficulté de recrutement	Non

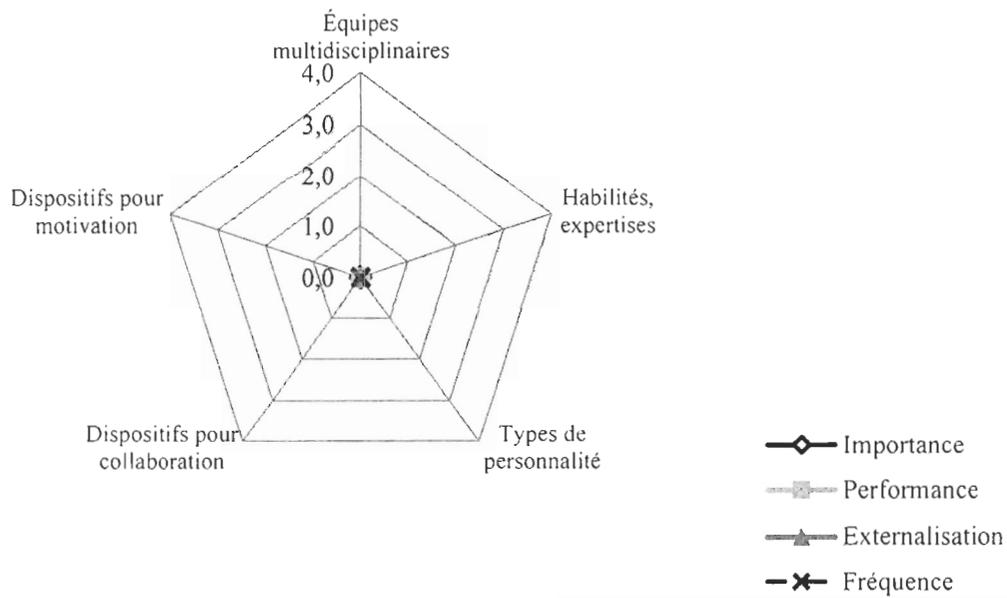
Axe techno-scientifique_répondant 2



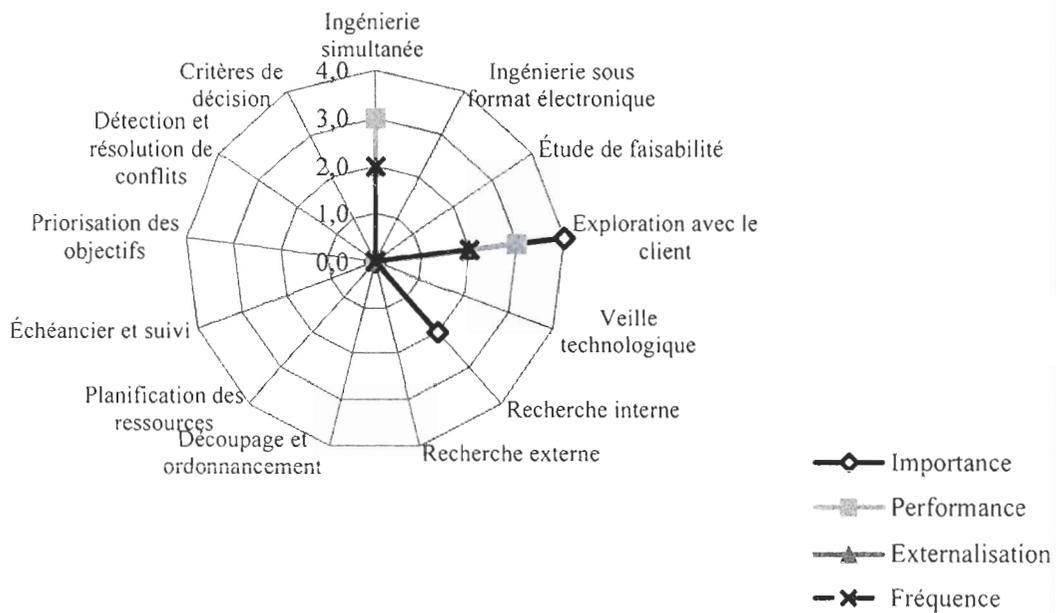
Aspect processus_répondant 2



Axe humain_répondant 2



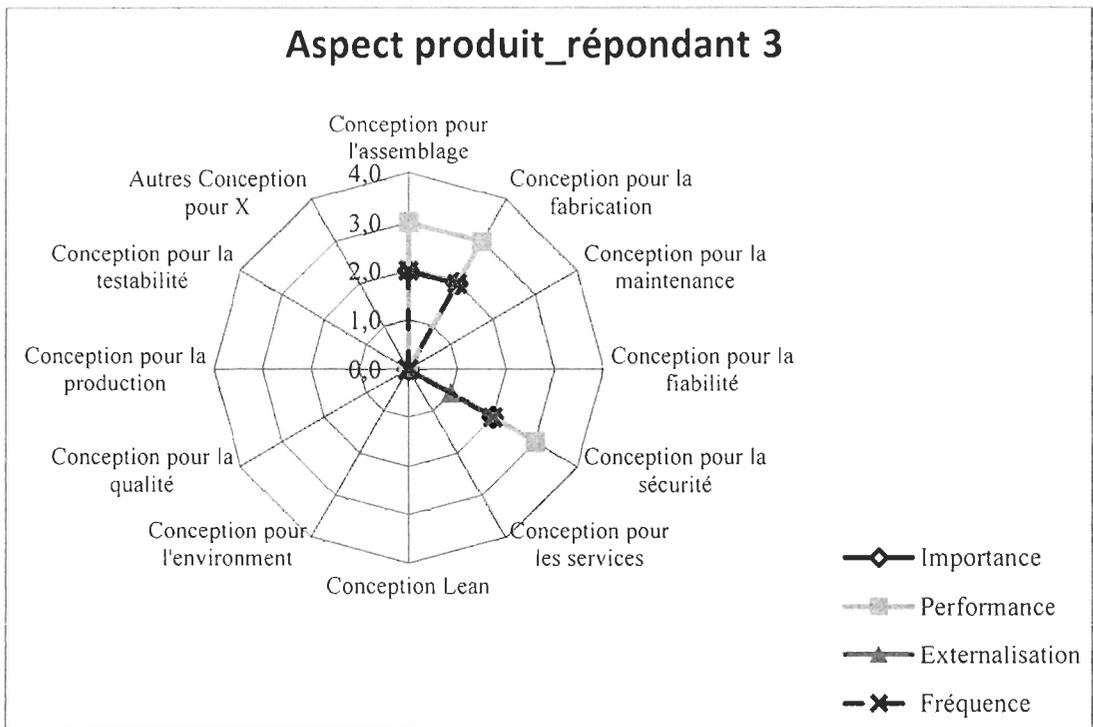
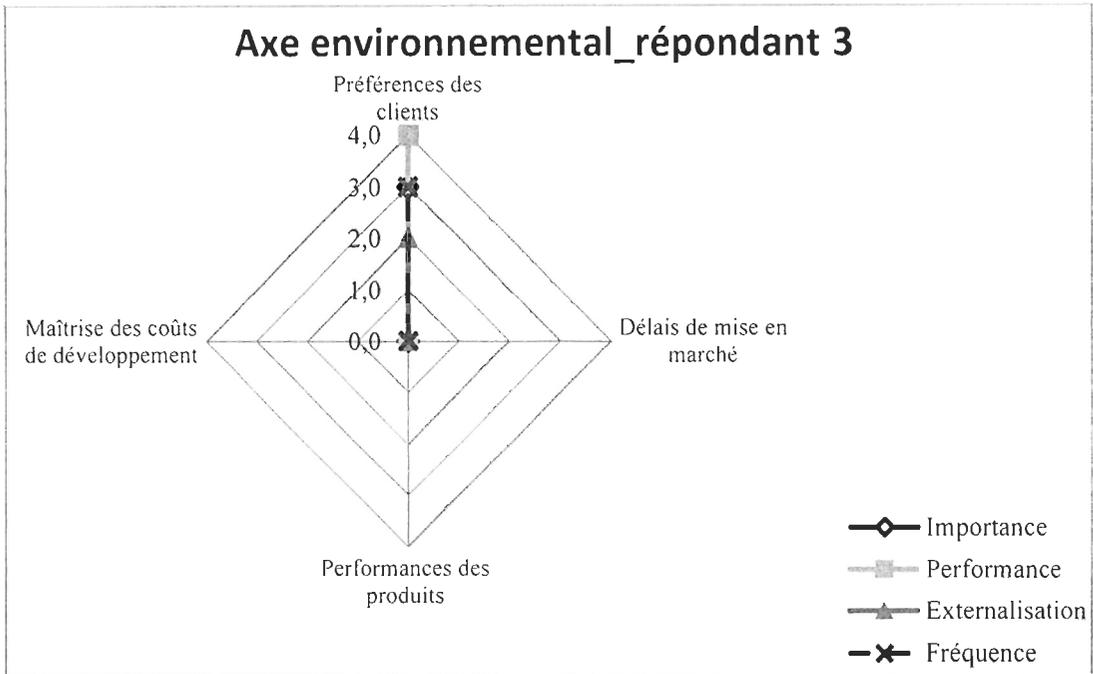
Aspect management_répondant 2



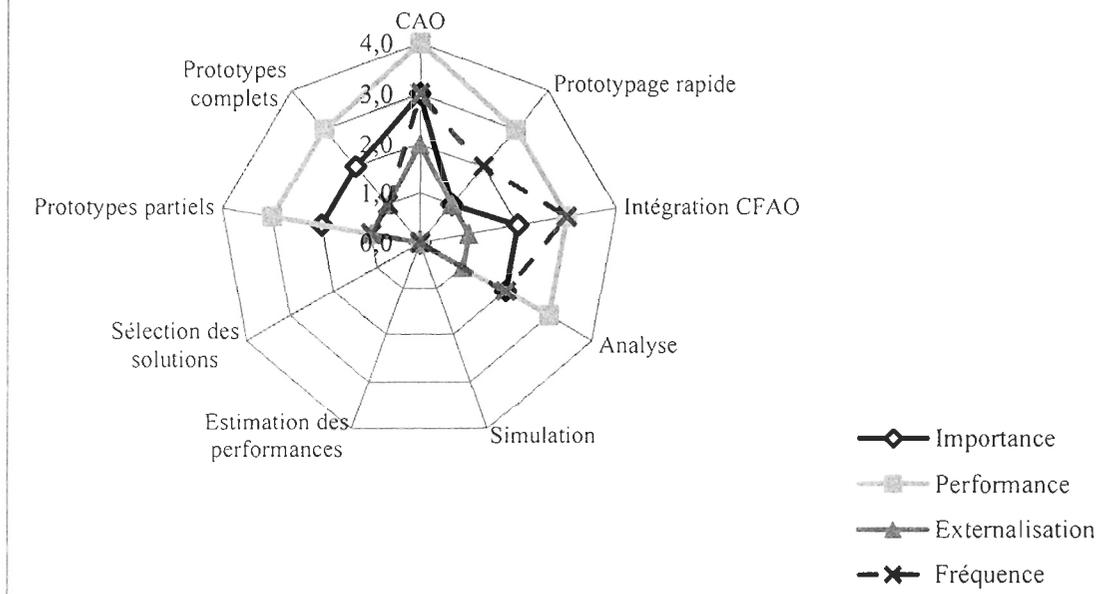
Répondant 3 : XXXXXXXXXX

Caractérisation de l'entreprise_répondant 3

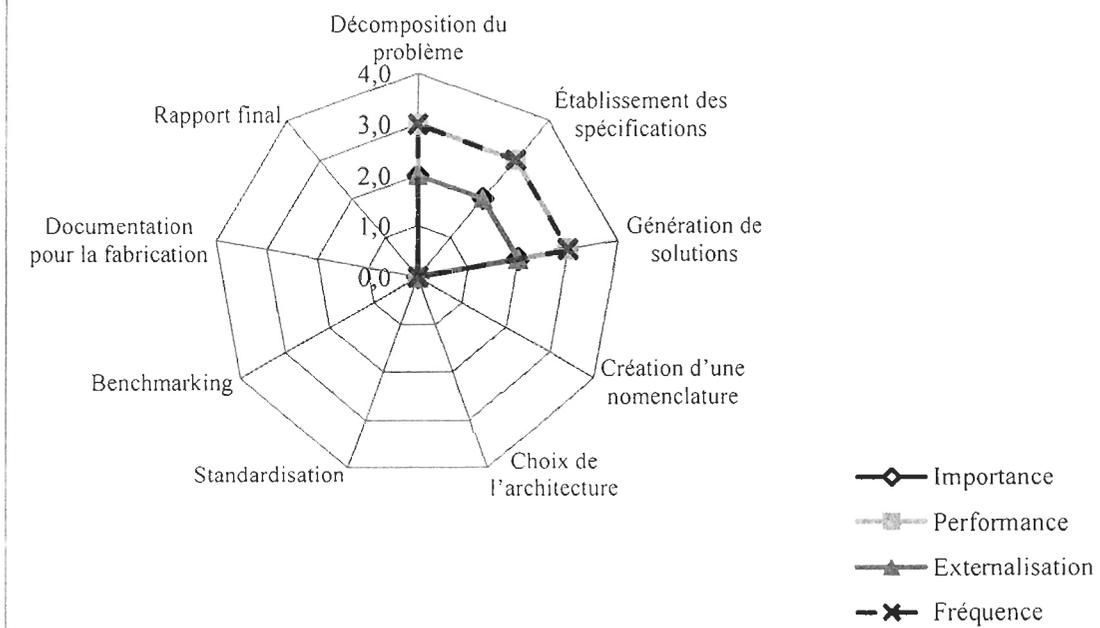
Variables de contrôle	Réponses
1-Nombre d'employés	25 à 50 employés
2-Chiffre d'affaires	3 à 5 M
3-Croissance de l'entreprise dans les dernières 5 années	Décroissance
4-Principal secteur d'activité	Fabrication de produits métalliques
5-Description du secteur d'activité	Éléments structuraux
6-Types de produit	Produits industriels (procédés, équipements, composants, matériaux, etc.)
7-Complexité (selon le nombre de composants)	Complexes (plusieurs composants, ex : électroménagers)
8-Niveau d'incertitude technologique	Bas (recours à des technologies connues et éprouvées)
9-Proportion de nouveaux produits dans les dernières 5 années	1/5
10-Partenariats développés	Clients
11-Taille de l'équipe de conception	4 à 10
12-Nombre d'ingénieurs d'une équipe	1 à 3
13-Fins d'utilisation de la CAO	Analyses numériques (éléments finis, analyse dynamique)
14-Difficulté de recrutement	Oui



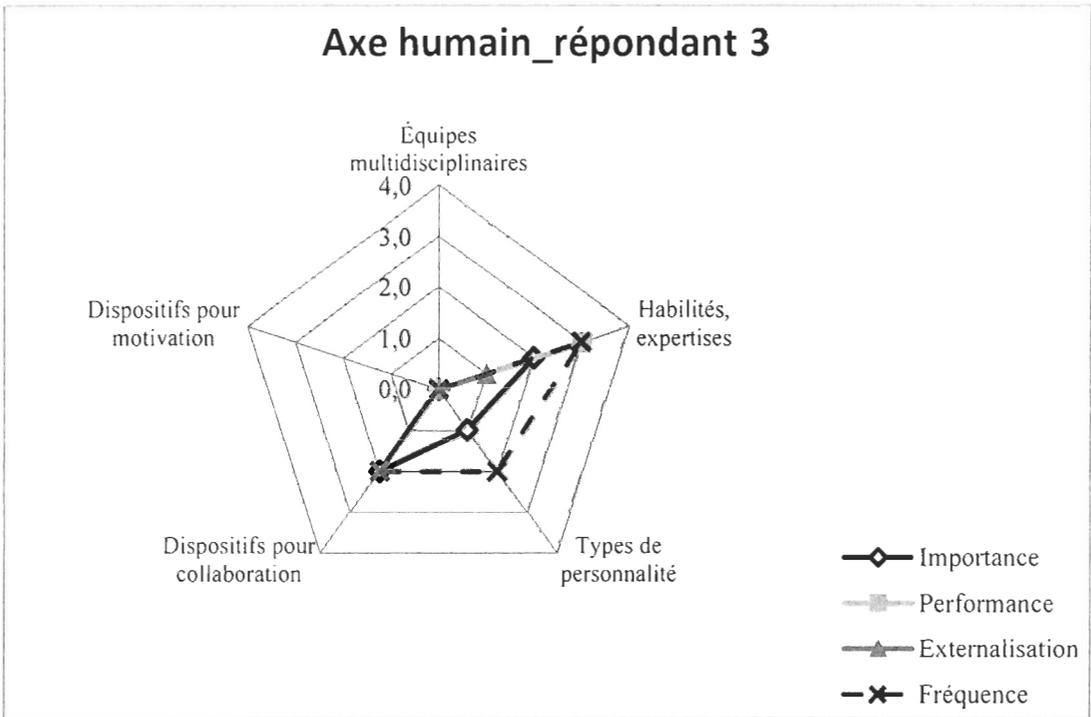
Axe techno-scientifique_répondant 3



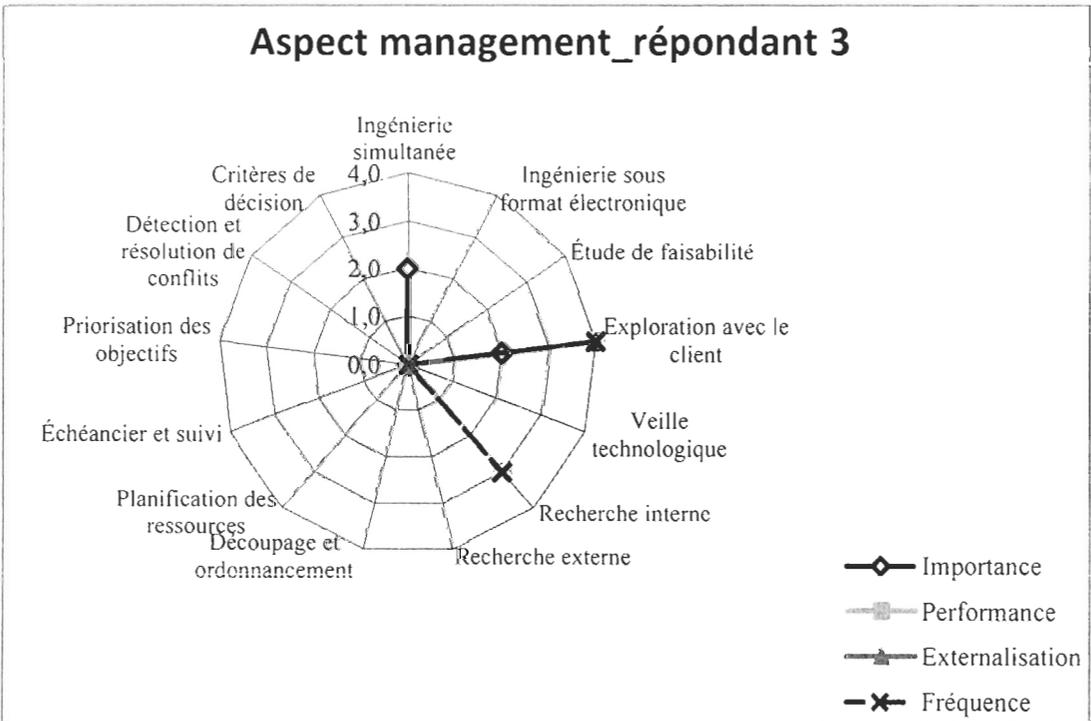
Aspect processus_répondant 3



Axe humain_répondant 3



Aspect management_répondant 3

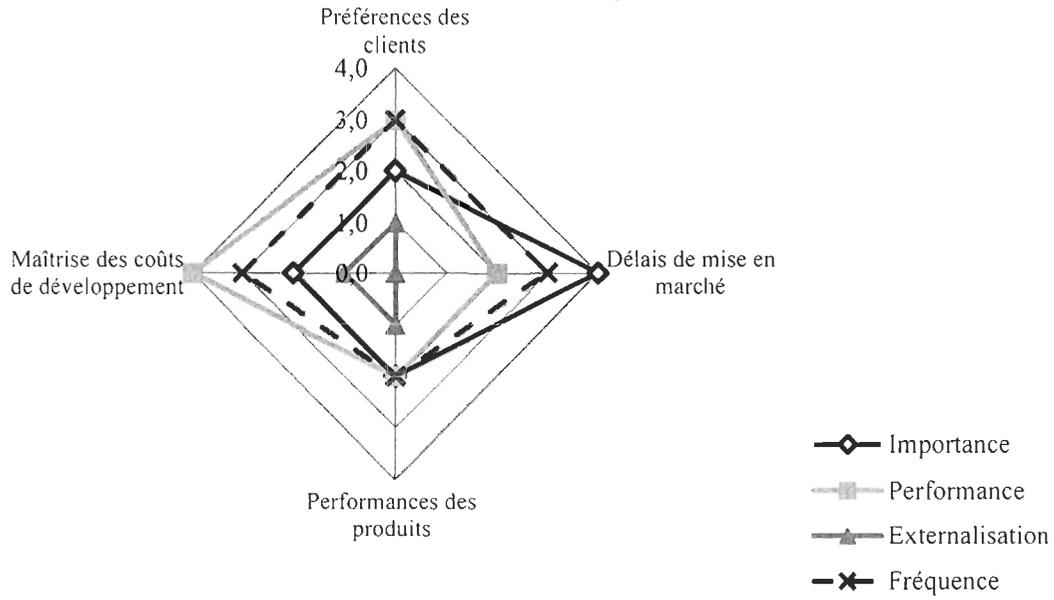


Répondant 4 : XXXXXXXXXX

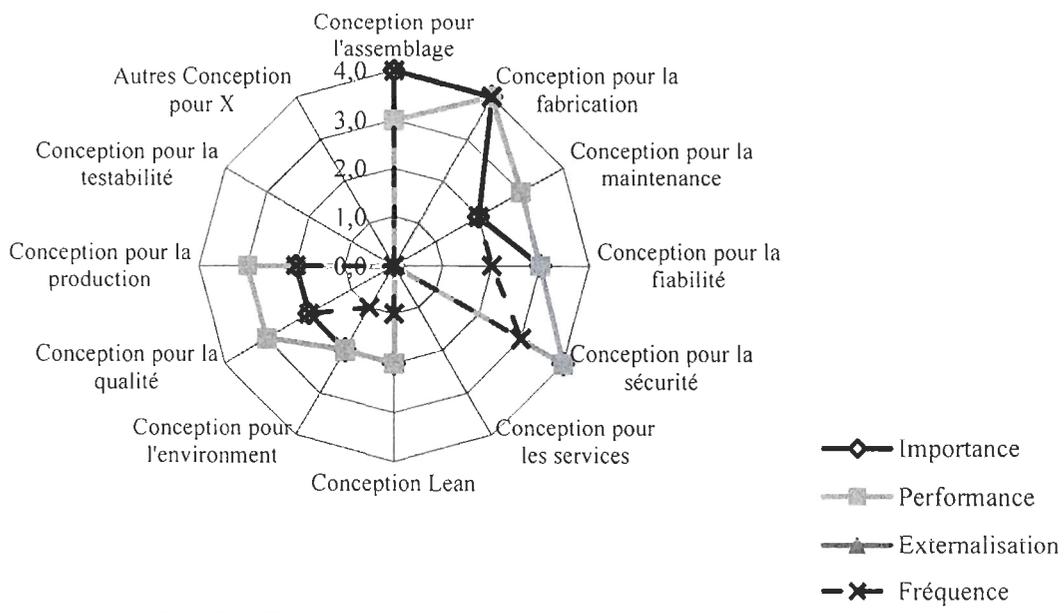
Caractérisation de l'entreprise_répondant 4

Variables de contrôle	Réponses
1-Nombre d'employés	50 à 100 employés
2-Chiffre d'affaires	-
3-Croissance de l'entreprise dans les dernières 5 années	Croissance moyenne
4-Principal secteur d'activité	Fabrication (produit métallique) Construction de bâtiments Services professionnels, scientifiques et techniques
5-Description du secteur d'activité	Bâtiment d'acier de type commercial et industriel
6-Types de produit	Produits industriels (procédés, équipements, composants, matériaux, etc.)
7-Complexité (selon le nombre de composants)	Très complexes (beaucoup de composants, ex : avions, immeubles)
8-Niveau d'incertitude technologique	Bas (recours à des technologies connues et éprouvées)
9-Proportion de nouveaux produits dans les dernières 5 années	2/5
10-Partenariats développés	Fournisseurs privilégiés (sous-contractants)
11-Taille de l'équipe de conception	1 à 3
12-Nombre d'ingénieurs d'une équipe	1 à 3
13-Fins d'utilisation de la CAO	Modélisation 3D (dessins) Analyses simples (masse, mouvements, interférences) Analyses numériques (éléments finis, analyse dynamique)
14-Difficulté de recrutement	Non

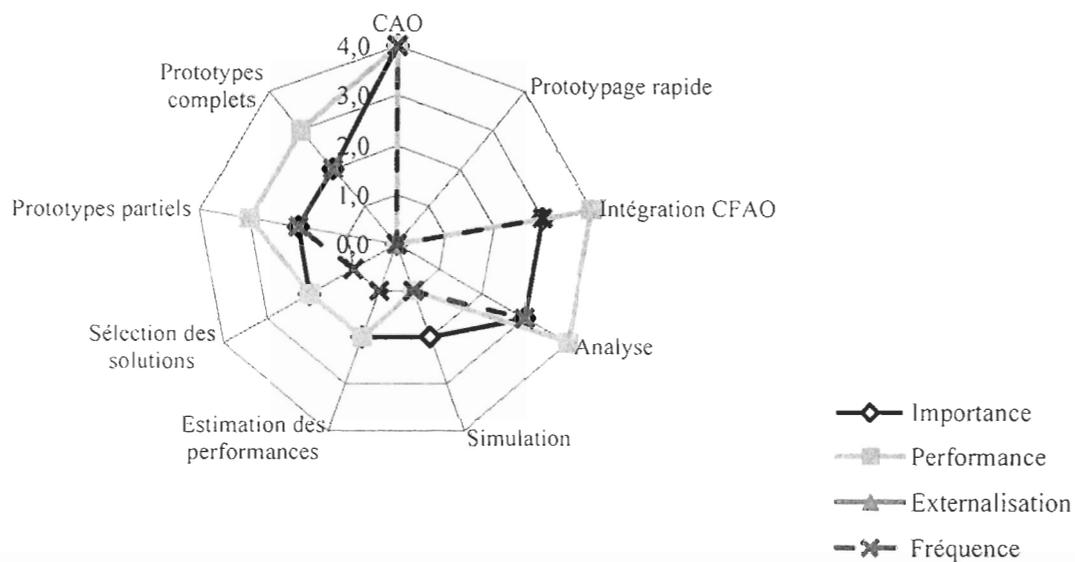
Axe environnemental_répondant 4



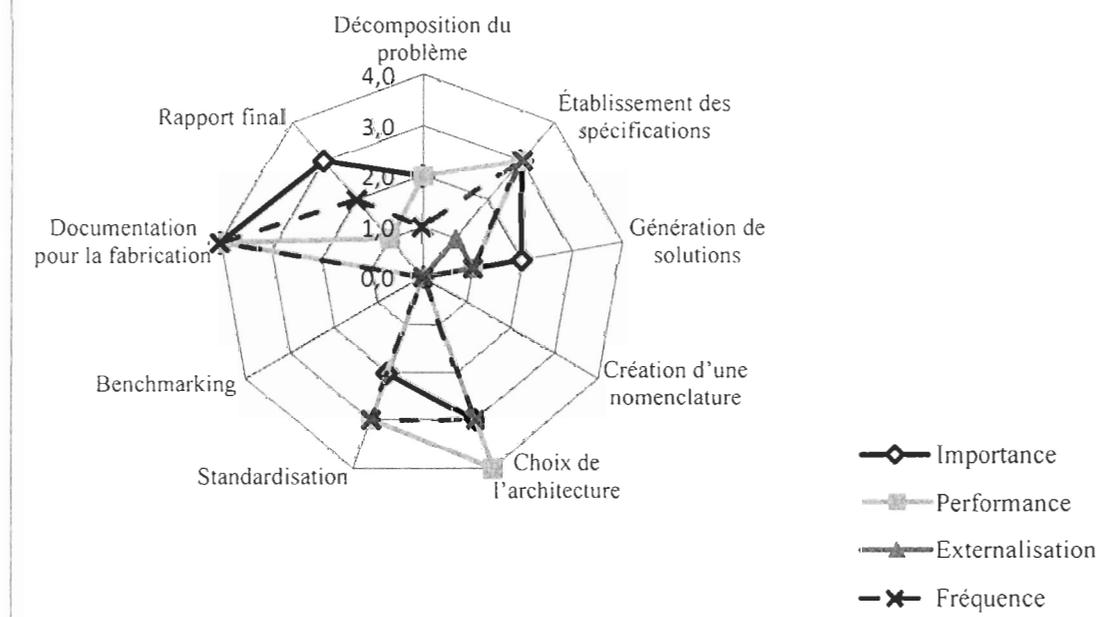
Aspect produit_répondant 4



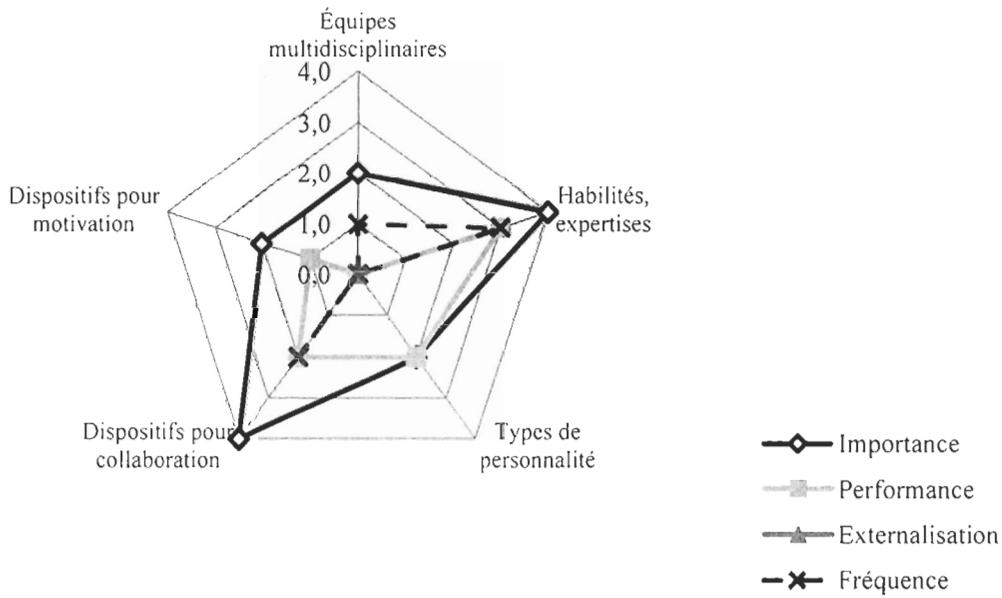
Axe techno-scientifique_répondant 4



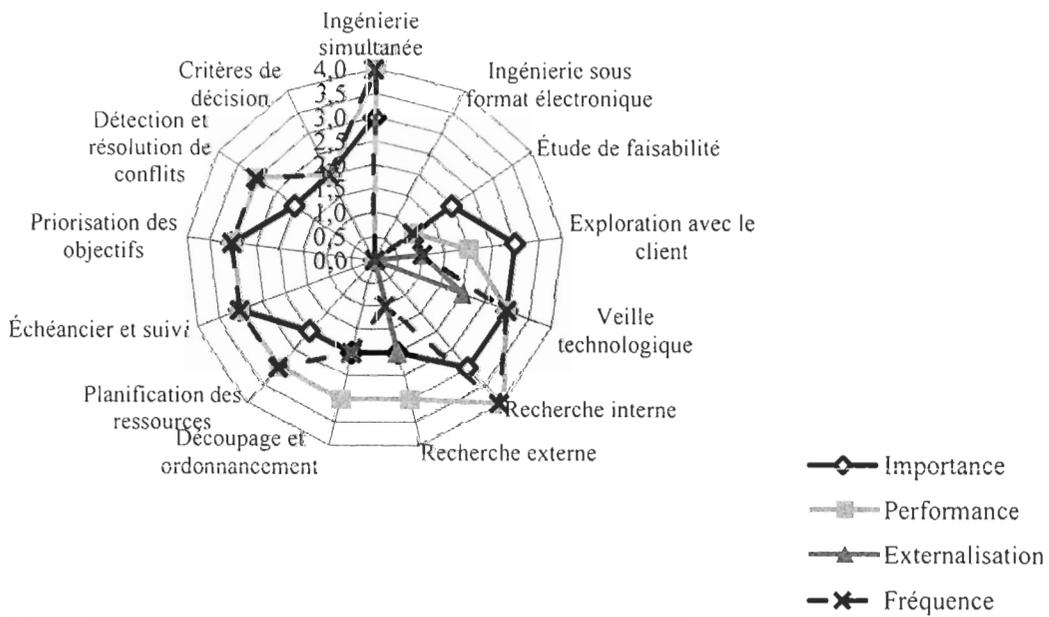
Aspect processus_répondant 4



Axe humain_répondant 4



Aspect management_répondant 4

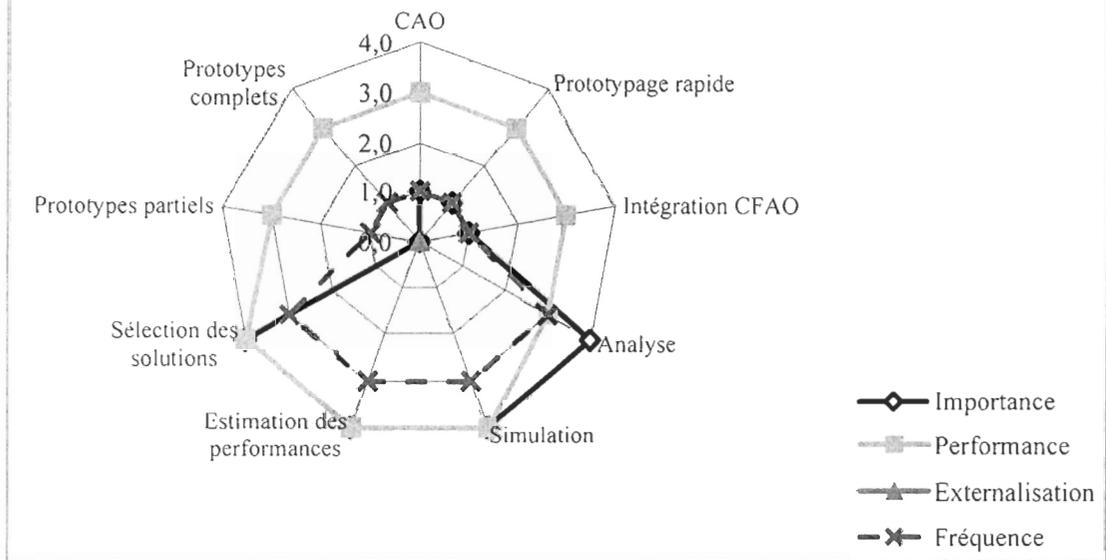


Répondant 5 : XXXXXXXXXX

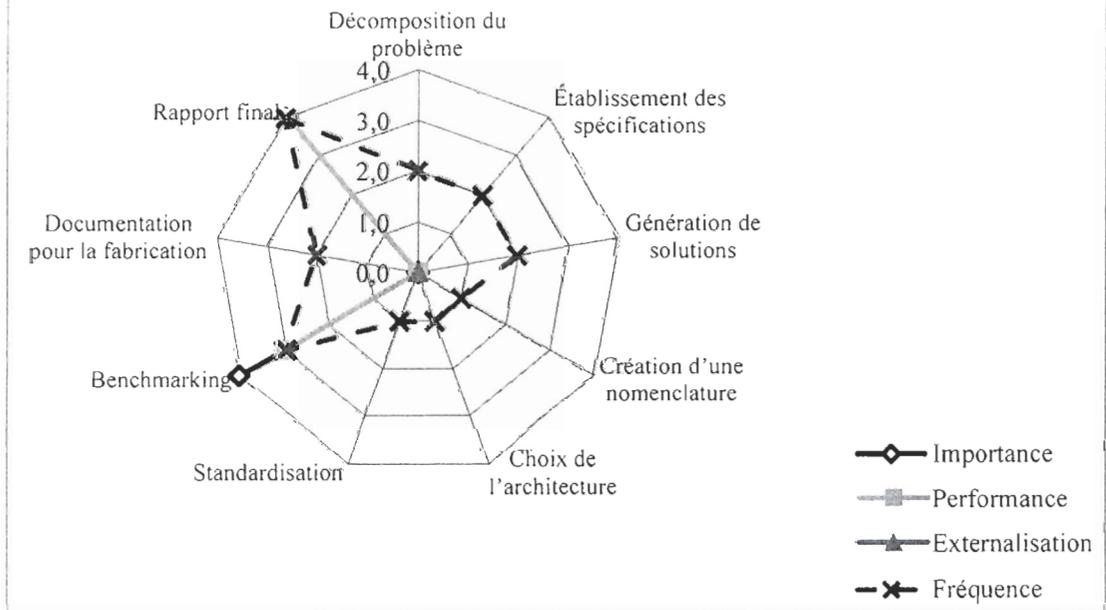
Caractérisation de l'entreprise_répondant 5

Variables de contrôle	Réponses
1-Nombre d'employés	10 à 25 employés
2-Chiffre d'affaires	1 à 3 M
3-Croissance de l'entreprise dans les dernières 5 années	Croissance moyenne
4-Principal secteur d'activité	Services professionnels, scientifiques et techniques
5-Description du secteur d'activité	Infrastructures de R&D; Banc d'essai; campagne de mesure; vitrine technologique
6-Types de produit	Ne s'applique pas
7-Complexité (selon le nombre de composants)	Complexes (plusieurs composants, ex : électroménagers)
8-Niveau d'incertitude technologique	Élevé (projets très innovants et créatifs)
9-Proportion de nouveaux produits dans les dernières 5 années	4/5
10-Partenariats développés	Institutions d'enseignement et de recherche (universités, collèges) Organisations de développement économique Organisations privées (consortium, firmes, entreprises associées) Fournisseurs privilégiés (sous-contractants) Clients
11-Taille de l'équipe de conception	1 à 3
12-Nombre d'ingénieurs d'une équipe	1 à 3
13-Fins d'utilisation de la CAO	Modélisation 3D (dessins) Analyses simples (masse, mouvements, interférences) Analyses numériques (éléments finis, analyse dynamique)
14-Difficulté de recrutement	Non

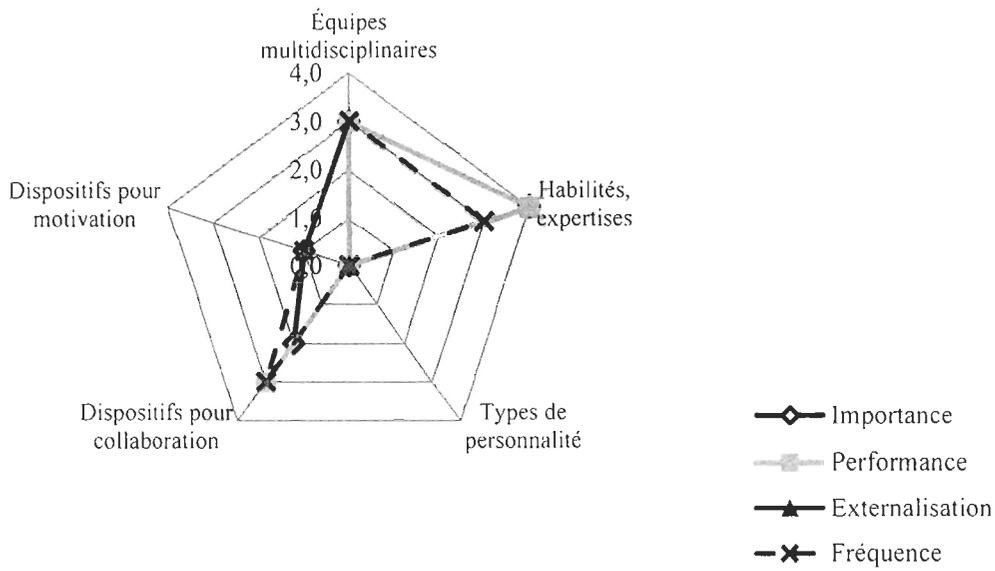
Axe techno-scientifique_répondant 5



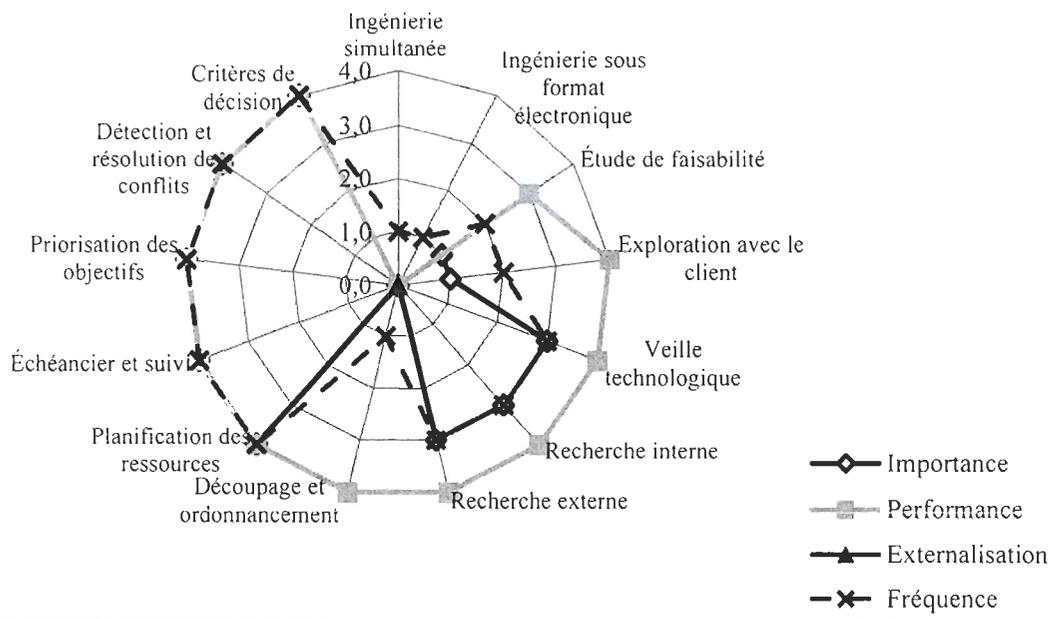
Aspect processus_répondant 5



Axe humain_répondant 5



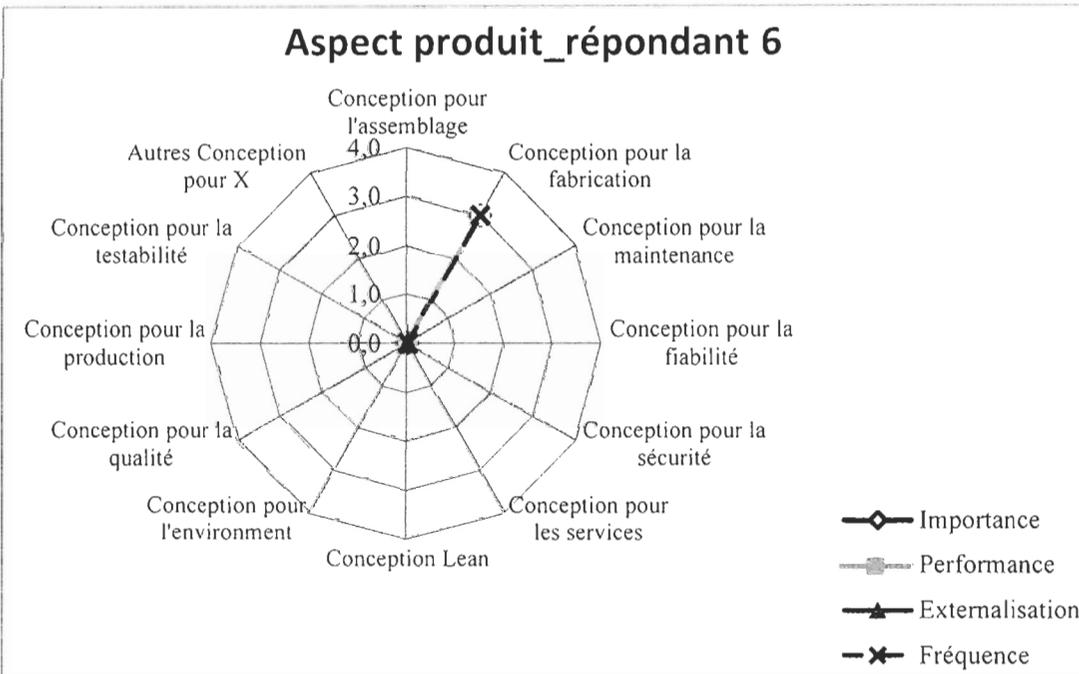
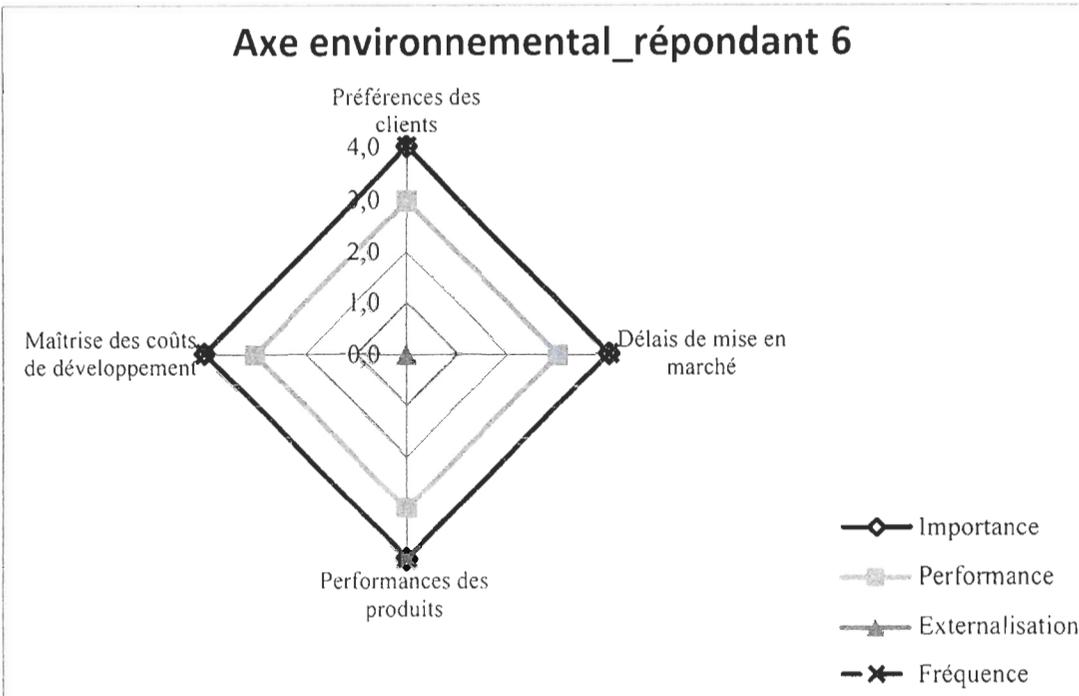
Aspect management_répondant 5

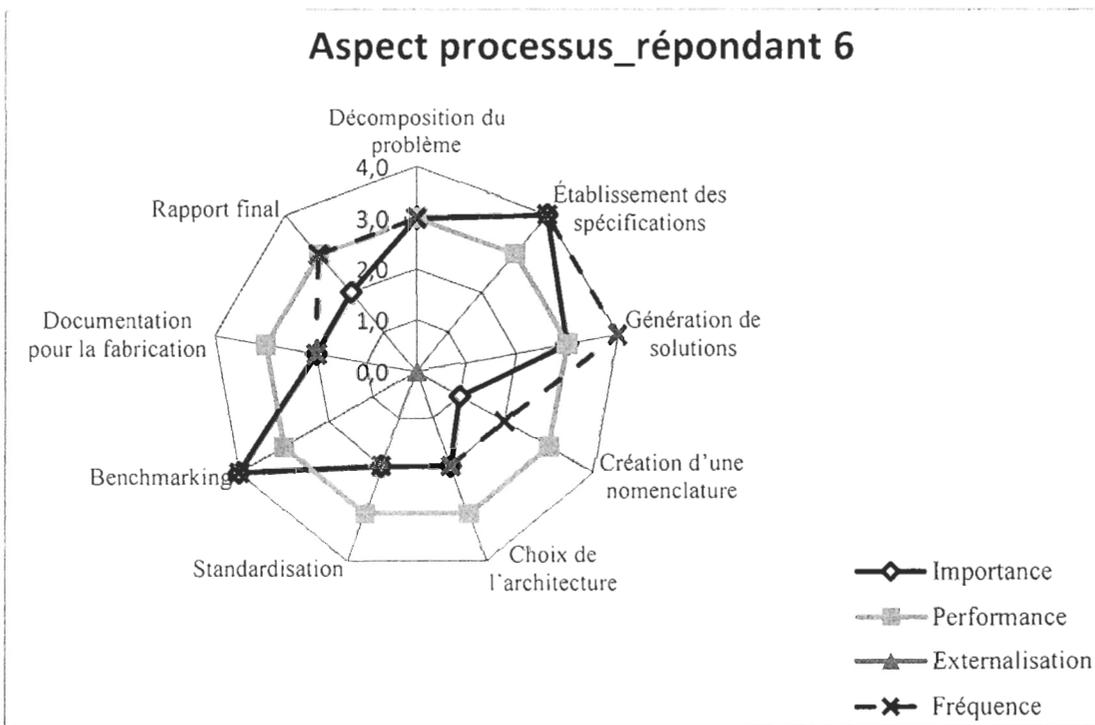
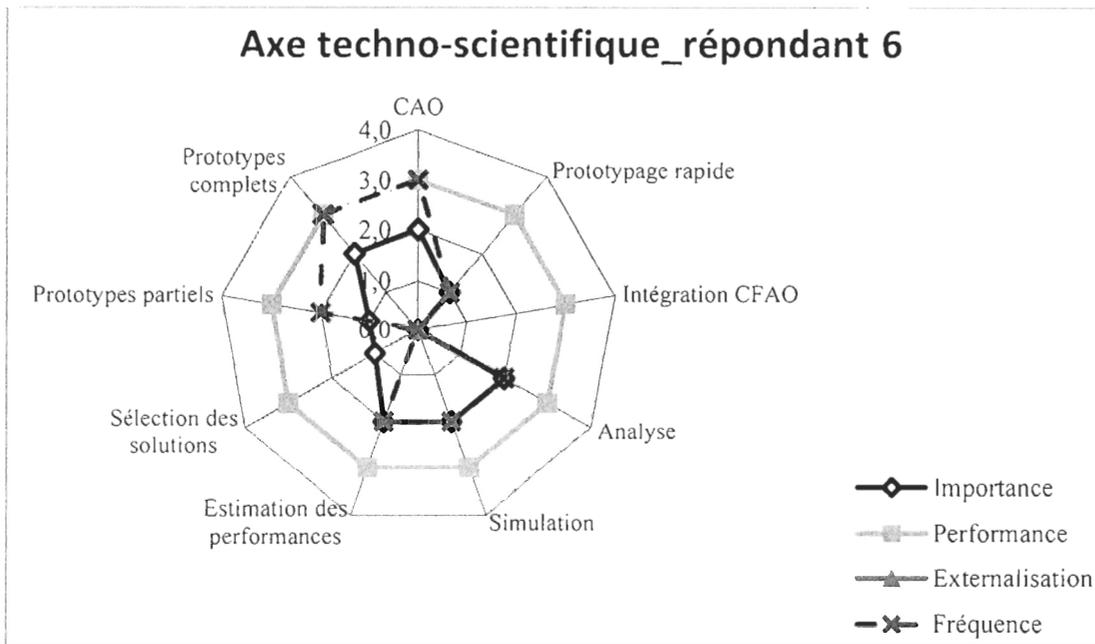


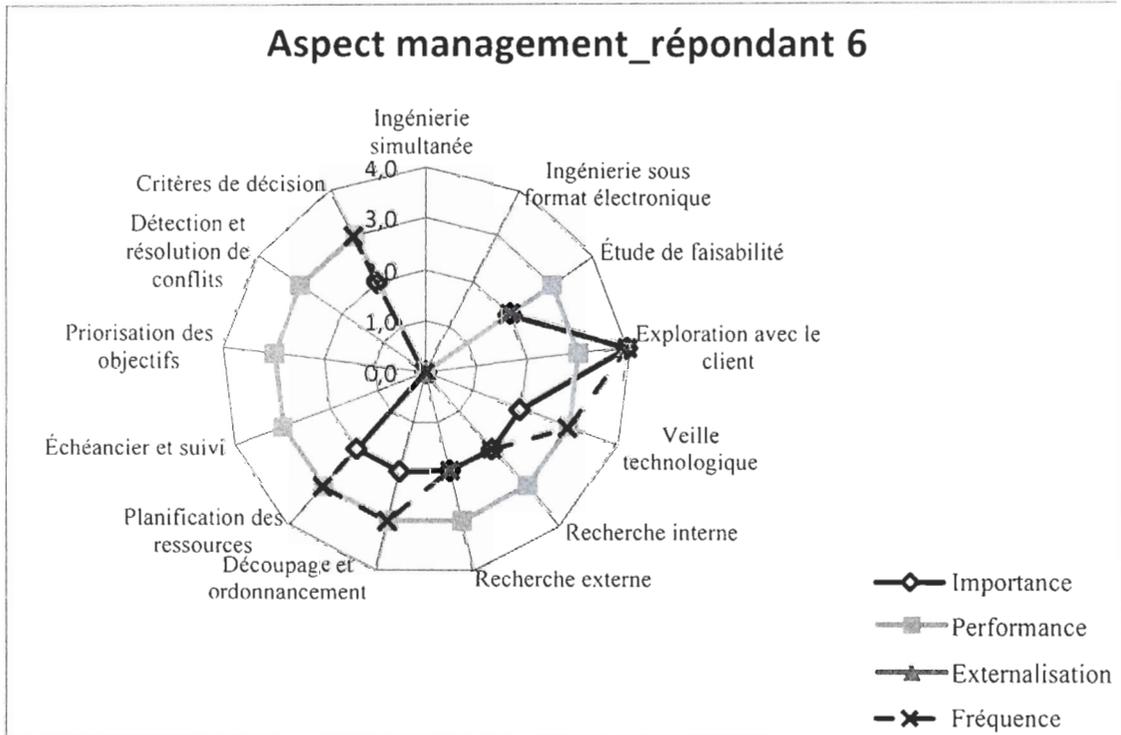
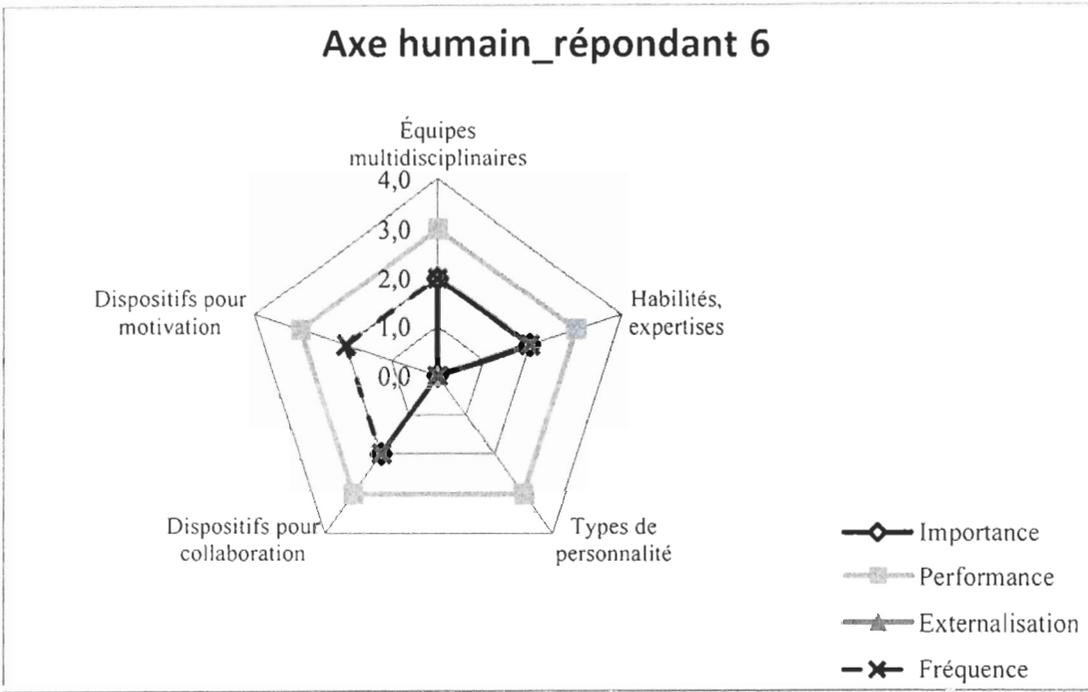
Répondant 6 : XXXXXXXXXX

Caractérisation de l'entreprise_répondant 6

Variables de contrôle	Réponses
1-Nombre d'employés	10 et moins
2-Chiffre d'affaires	0,5 à 1 M
3-Croissance de l'entreprise dans les dernières 5 années	Décroissance
4-Principal secteur d'activité	Services professionnels, scientifiques et techniques
5-Description du secteur d'activité	Simulateur de formation Outils d'aide à la décision
6-Types de produit	Produits industriels (procédés, équipements, composants, matériaux, etc.)
7-Complexité (selon le nombre de composants)	Complexes (plusieurs composants, ex : électroménagers)
8-Niveau d'incertitude technologique	Moyen (intégration d'innovations entraînant quelques inconnues)
9-Proportion de nouveaux produits dans les dernières 5 années	2/5
10-Partenariats développés	Organisations privées (consortium, firmes, entreprises associées)
11-Taille de l'équipe de conception	1 à 3
12-Nombre d'ingénieurs d'une équipe	1 à 3
13-Fins d'utilisation de la CAO	Modélisation 3D (dessins)
14-Difficulté de recrutement	Non



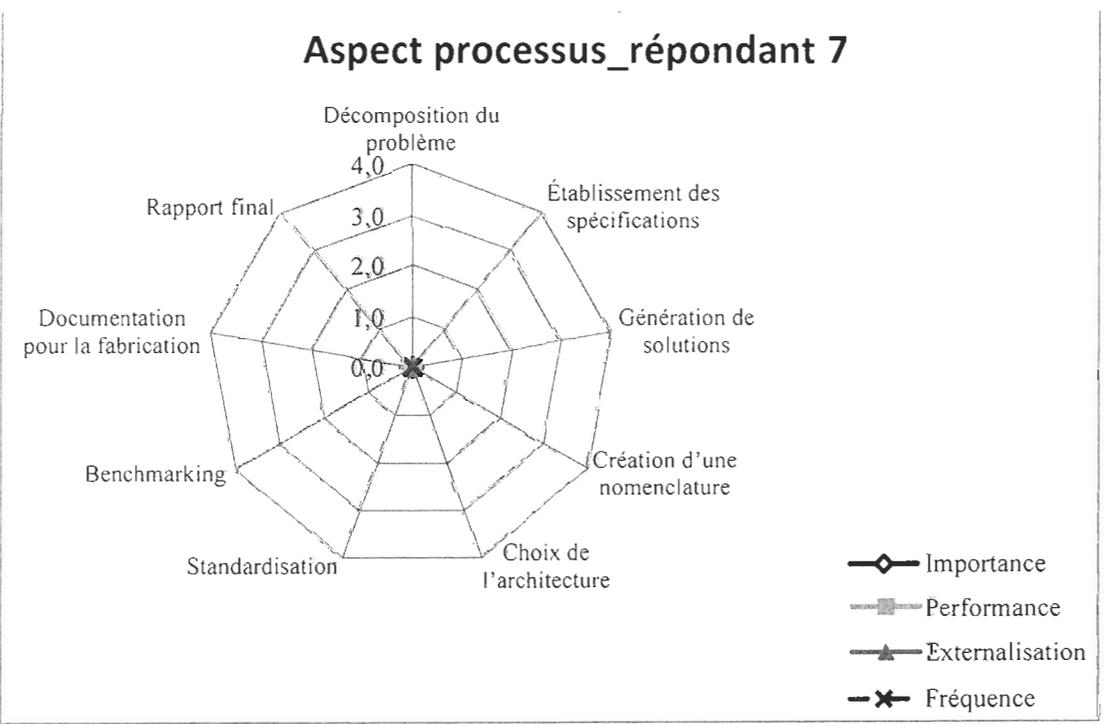
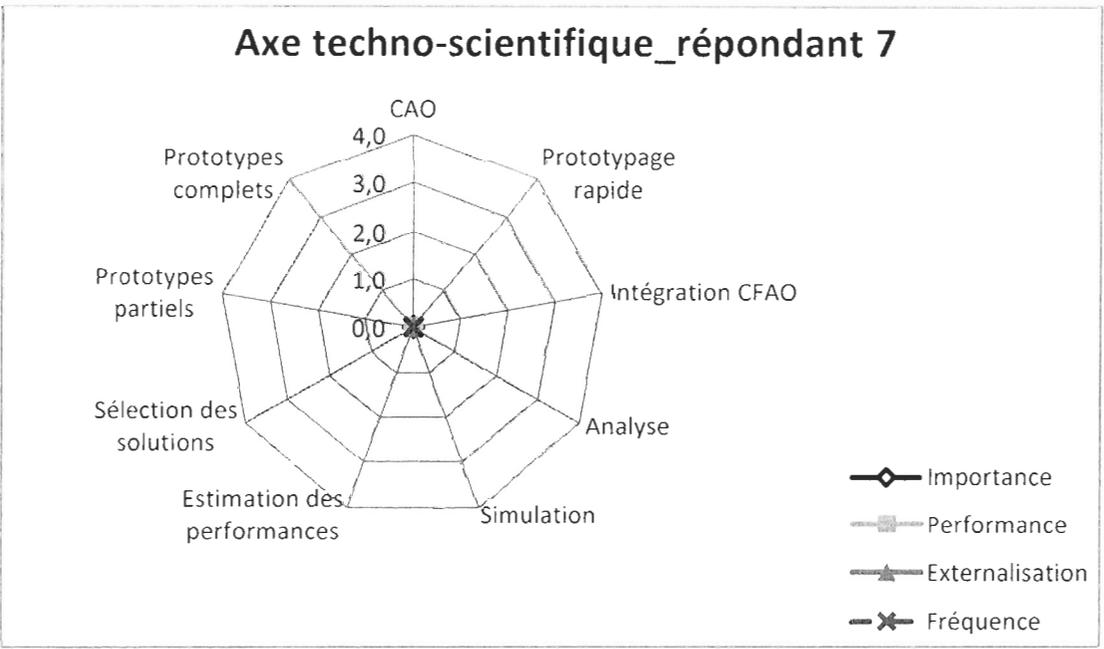


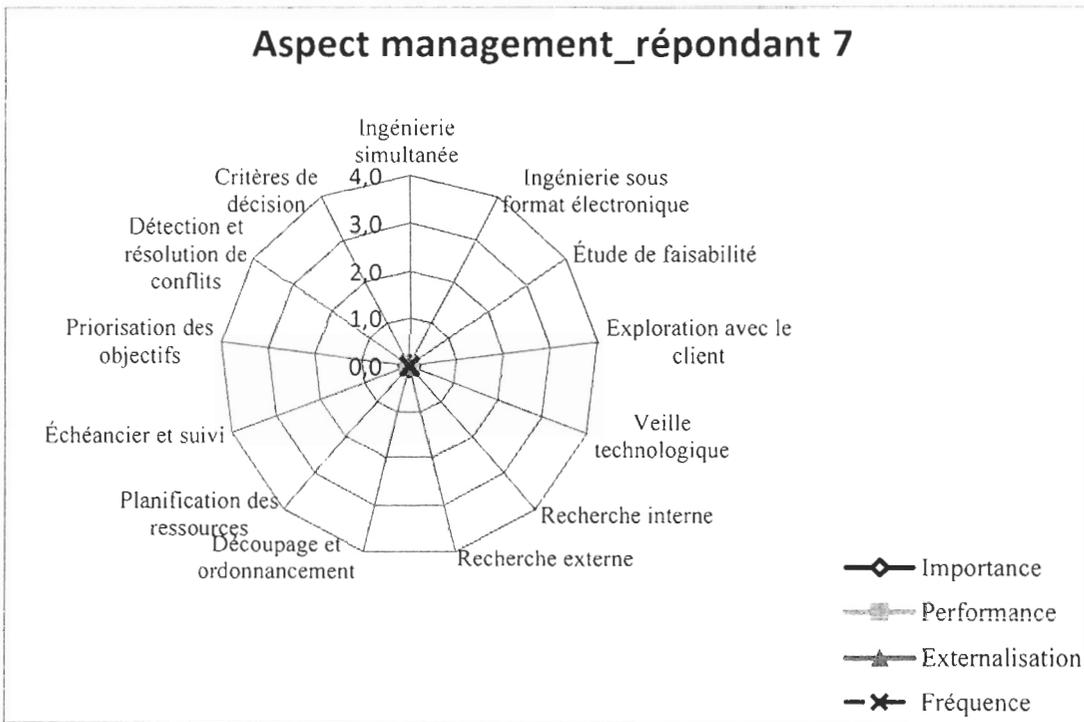
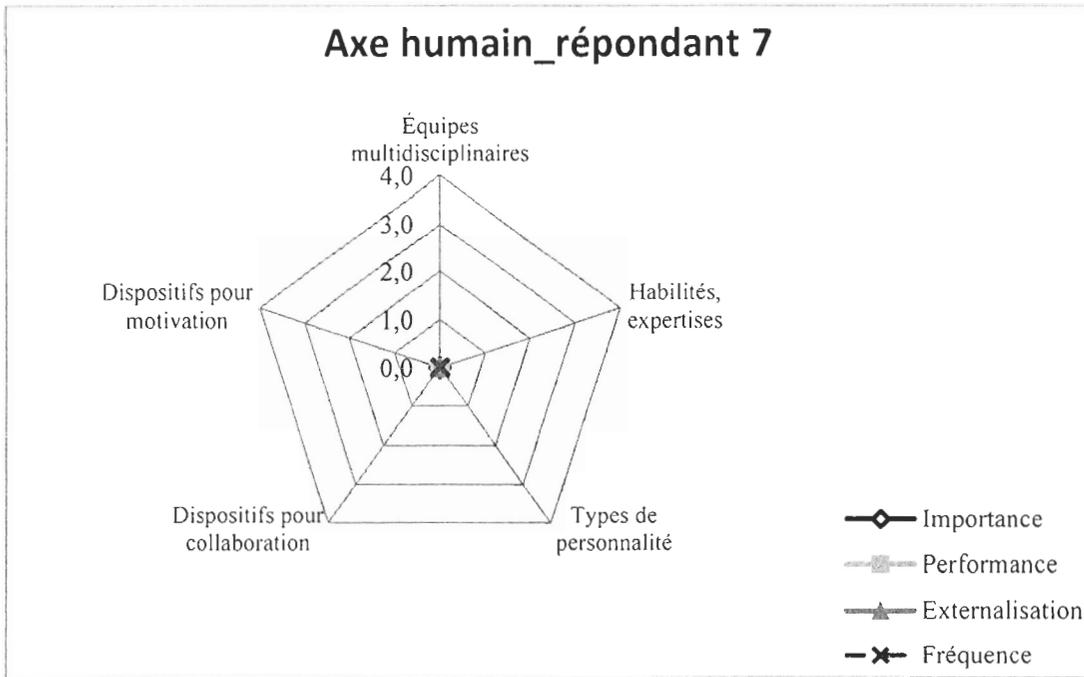


Répondant 7 : XXXXXXXXXX

Caractérisation de l'entreprise_répondant 7

Variables de contrôle	Réponses
1-Nombre d'employés	10 à 25 employés
2-Chiffre d'affaires	1 à 3 M
3-Croissance de l'entreprise dans les dernières 5 années	Forte croissance
4-Principal secteur d'activité	Services professionnels, scientifiques et techniques
5-Description du secteur d'activité	Recherche pour l'industrie de la transformation du bois
6-Types de produit	Produits industriels (procédés, équipements, composants, matériaux, etc.)
7-Complexité (selon le nombre de composants)	Complexes (plusieurs composants, ex : électroménagers)
8-Niveau d'incertitude technologique	Élevé (projets très innovants et créatifs)
9-Proportion de nouveaux produits dans les dernières 5 années	5/5
10-Partenariats développés	Institutions d'enseignement et de recherche (universités, collèges)
11-Taille de l'équipe de conception	1 à 3
12-Nombre d'ingénieurs d'une équipe	1 à 3
13-Fins d'utilisation de la CAO	Modélisation 3D (dessins)
14-Difficulté de recrutement	Non



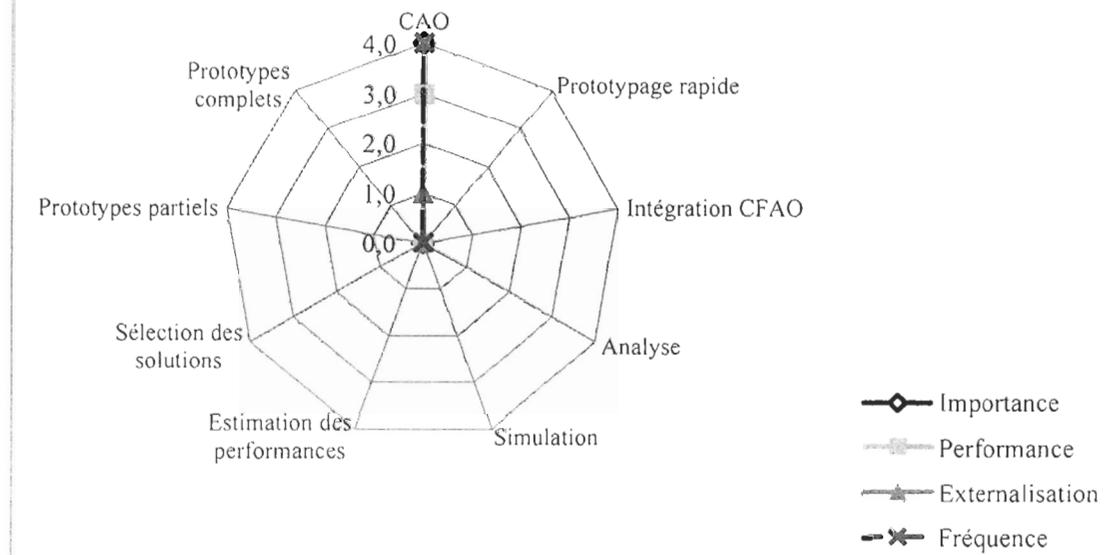


Répondant 8 : XXXXXXXXXX

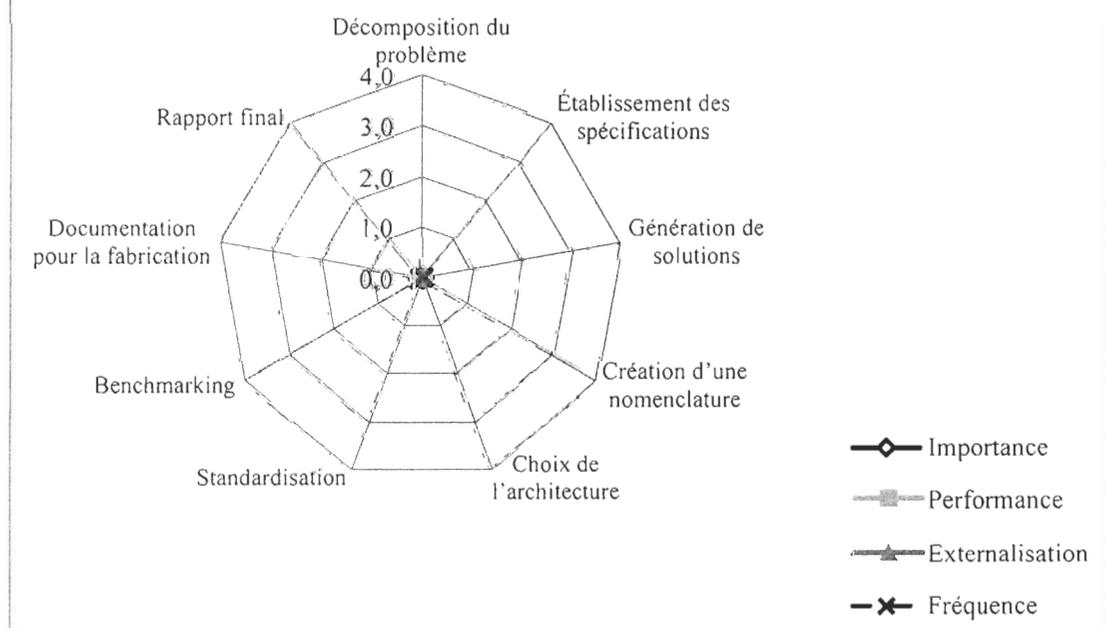
Caractérisation de l'entreprise_répondant 8

Variables de contrôle	Réponses
1-Nombre d'employés	10 à 25 employés
2-Chiffre d'affaires	3 à 5 M
3-Croissance de l'entreprise dans les dernières 5 années	Croissance moyenne
4-Principal secteur d'activité	Fabrication de produits métalliques Entrepreneurs spécialisés Services professionnels, scientifiques et techniques
5-Description du secteur d'activité	Fabrication de remorque
6-Types de produit	Produits industriels (procédés, équipements, composants, matériaux, etc.)
7-Complexité (selon le nombre de composants)	Simple (peu de composants, ex : tire-bouchon)
8-Niveau d'incertitude technologique	Bas (recours à des technologies connues et éprouvées)
9-Proportion de nouveaux produits dans les dernières 5 années	2/5
10-Partenariats développés	Institutions d'enseignement et de recherche (universités, collèges) Clients
11-Taille de l'équipe de conception	1 à 3
12-Nombre d'ingénieurs d'une équipe	Aucun
13-Fins d'utilisation de la CAO	Modélisation 3D (dessins)
14-Difficulté de recrutement	Non

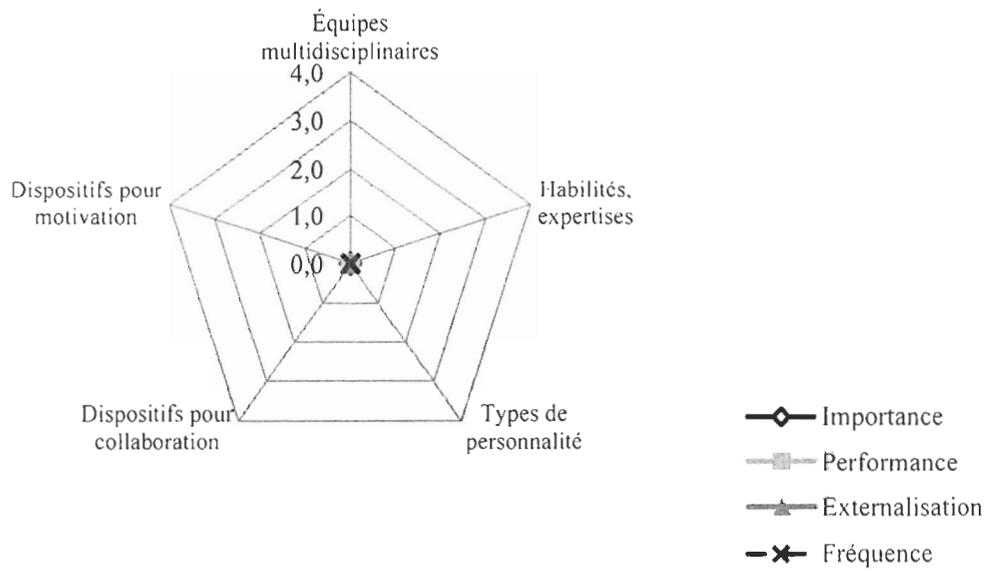
Axe techno-scientifique_répondant 8



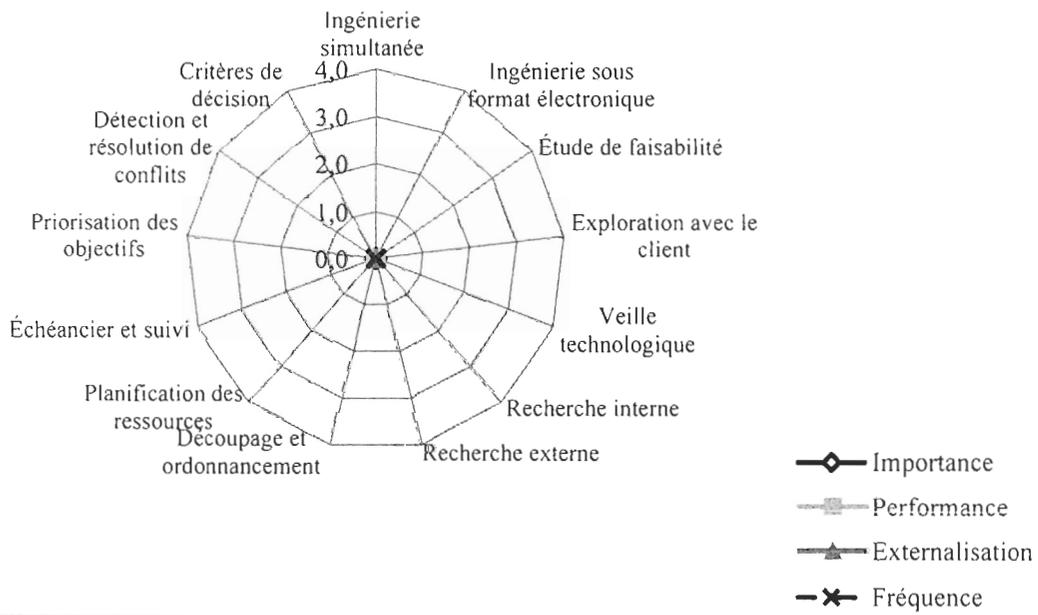
Aspect processus_répondant 8



Axe humain_répondant 8



Aspect management_répondant 8



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMHED, Seema et Claus T. HANSEN. 2002. « A decision-making model for engineering designers ». *Computer based design*, Shahin T.M.M. (eds.), Cambridge, pp. 217-227.
- BRAZIER, Frances M.T., Pieter H.G. VAN LAGEN et Jan TREUR. 1995. « Modelling conflict management in design: an explicit approach ». *AI Eng. Design Anal Manuf.*, volume 9, numéro 4, pp. 353–366.
- BOLDRINI, Jean-Claude. 2008. « Caractériser les pratiques de conception des PME pour mieux accompagner leurs projets d'innovation ». *Revue internationale P.M.E*, volume 21, numéro 1, pp. 9-34.
- CLARK, Kim B. et Takahiro FUJIMOTO. 1991. *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*. Harvard Business Review Press. 432 p.
- DESIGN EXCHANGE en collaboration avec Manufacturiers et exportateurs du Canada et Industrie Canada. 2010. « L'état de la conception de produit : Le rapport canadien ». En ligne : <http://publications.gc.ca/collections/collection_2010/ic/Iu44-79-2010-fra.pdf>. Consulté le le 4 avril 2004.
- DESIGN EXCHANGE en collaboration avec Manufacturiers et exportateurs du Canada et Industrie Canada. 2008. « Conception et développement de produit : Aperçu de l'industrie manufacturière canadienne ». En ligne : <http://publications.gc.ca/collections/collection_2009/ic/Iu44-60-2008F.pdf>. Consulté le 4 avril 2004.
- DENEUX, Dominique. 2002. « Méthodes et Modèles pour la conception concurrente ». Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis.
- DUFFY, Alex H.B., A. PERSIDIS et K. J. Mc CALLUM. 1996. « NODES: a numerical and object based modelling system for conceptual engineering design ». *Knowl-based Syst.*, volume 9, numéro 3, pp. 183–206.
- EDER, Ernst W. 2004. « Integration of theories to assist practice ». *5th International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, IDMME04*, Bath, Royaume-Uni.

- EISENHARDT, Kathleen M. et Shona L. BROWN. 1998. « Time pacing : competing in markets that won't stand still ». *Harvard Business Review*, march-avril, pp. 59-69.
- GAUTHIER, Frédéric. 2002. « Les systèmes de contrôle de gestion des projets de conception et de développement de produits nouveaux : Une analyse empirique ». IAE de Paris (Université Paris 1 • Panthéon - Sorbonne), papier de recherche du GREGOR. En ligne : <<http://gregoriae.univ-paris1.fr/>>. Consulté le 4 avril 2013.
- GAUTHIER, Frédéric. et Sylvain LENFLE. 2004. « L'avant-projet : définitions et enjeux ». Dans *Faire de la recherche en management de projet*. Garel, Giard & Midler (dir.). Vuibert. 325 p.
- GALBRAITH, Jay R. 1973. *Designing complex organizations*. Addison-Wesley Pub. Co.. 150 p.
- GENDRON, Steeve, Abderrazak El Ouafi, Jean BROUSSEAU et Bruno URLI. 2011. « Development of a tool for assessing the design process: a step toward the creation of a design observatory ». *Proceedings of the 2nd Annual Canadian Engineering Education Association Conference*, CEEA 2011, St. John's, Canada.
- GENDRON, Steeve, Abderrazak El Ouafi, Jean BROUSSEAU et Bruno URLI. 2012. « Questionnaire for assessing design practice ». *Proceedings of the 3rd Annual Canadian Engineering Education Association Conference*, CEEA 2012, Winnipeg, Canada.
- GENDRON, Steeve, Abderrazak El Ouafi, Jean BROUSSEAU et Bruno URLI. 2011. « Design system assessment tool ». Dans *Product Lifecycle Management. Towards knowledge-rich enterprises, IFIP WG 5.1 International conference, PLM 12, Advances in information and communication technology*, volume 388. Springer. pp. 359-368.
- GERO, John S. 1990. « Design prototypes: A knowledge representation scheme for design ». *Artificial Intelligence Magazine*, volume 11, numéro 4, pp. 26-36.
- GERO, John S. et Thomas Mc NEIL. 1998. « An approach to the analysis of design protocols ». *Design studies*, volume 19, numéro 1, pp. 21-61.
- GERO, John S et Udo. KANNENGIESSER. 2004. « The situated function-behaviour structure framework ». *Design Studies*, volume 25, numéro 4, pp. 373-391.

- GRIFFIN, Abbie. 1997. « PDMA Research on New Product Development Practices: Updating Trends and Benchmarking Best Practices ». *Journal of Production Innovation Management*, volume 14, numéro 6. pp. 429–458.
- HATCHUEL, Armand, Pascal LE MASSON et Benoît WEIL. 2001. « De la R&D à la RID : de nouveaux principes de management du processus d'innovation ». *Congrès francophone du management de projet, AFITEP : Innovation, conception... et projets*, Paris, France.
- HAZEBROUCQ, Jean-Marie. 1999. « La nouvelle conception de la performance : être efficace oui, mais aussi efficient ». *Revue Gestion 2000*, pp. 75-91.
- HOFSTEDE, Geert. 1978. « The Poverty of Management Control Philosophy ». *Academy of Management Review*, volume 3, numéro 3, pp. 450-461.
- HUANG, George Q. 1996. *Design for X : concurrent engineering imperatives*. New York : Chapman and Hall. 489 p.
- HUBKA, Vladimir. 1988. *Principles of engineering design*. London. Butterworth Scientific. 128 p.
- KERSSENS-VAN DRONGELEN, Inge., Bill NIXON et Alan PEARSON. 2000. « Performance Measurement in Industrial R&D ». *International Journal of Management Reviews*, volume 2, numéro 2, pp. 111-144.
- LANGÉVIN, Yves. 2007. *Management de projet*. Montréal : Chenelière McGraw-Hill. 575 p.
- LE DUGOU, Julien. 2010. « Cadre de modélisation pour les systèmes PLM en entreprise étendue : Application aux PME mécanicienne ». Thèse de doctorat en génie mécanique, Nantes : École Centrale de Nantes, École doctorales science pour l'ingénieur, géosciences, architecture, 172 p.
- LE MASSON, Pascal, Benoît WEIL et Armand HATCHUEL. 2006. *Les processus d'innovation, conception innovante et croissance des entreprises*. Paris : Hermès Lavoisier. 471 p.
- LAURIKKALA, Heli., E. PUUSTINER, Eero PAJARRE et Kari TANSKANEN. 2001. « Reducing complexity of modelling in large delivery projects ». *13th International Conference on Engineering Design, ICED01*, Glasgow, Royaume-Uni.

- LONCHAMPT, Pierre. 2004. « Co-évolution et processus de conception intégrée de produits : Modèle et support de l'activité de conception ». Thèse de doctorat en génie industriel, Grenoble : Institut polytechnique de Grenoble, 233 p.
- LOVE, Terence. 2000. « Philosophy of design: a meta-theoretical structure for design theory ». *Design Studies*, volume 21, numéro 3, pp. 293-313.
- LUREY, Jeremy S. et Mahesh RAISINGHANI. 2001. « An empirical study of best practices in virtual teams ». *Information & Management*, volume 38, numéro 8, pp. 523-544.
- MARLE, Frank. 2002. « Modèles d'informations et méthodes pour aider à la prise de décision en management de projet ». Thèse de doctorat en génie industriel, Paris : École centrale de Paris, 216 p.
- MATHE, Jean-Charles et Vincent CHAGUE. 1999. « L'intention stratégique et les divers types de performance de l'entreprise ». *Revue française de Gestion*, numéro 122, pp. 39-49.
- MIDLER, Christophe. 1993. *L'auto qui n'existait pas. Management des projets et transformation de l'entreprise*. Paris : InterÉditions. 215 p.
- MIDLER, Christophe. 1996. « Modèles gestionnaires et régulations économiques de la conception ». Dans *Coopération et Conception*. Terssac & Friedberg (dir.). Toulouse : Octares. 332 p.
- MINTZBERG, Henry. 1989. *Le management : voyage au centre des organisations*. Les Éditions d'Organisation. 544 p.
- NIXON, Bill. 1998. « Research and development performance: a case study ». *Management Accounting Research*, volume 9, numéro 3, septembre, pp. 329-355.
- OH, Vincent et John SHARPE. 1995. « Conflict management in an interdisciplinary design environment ». *AI Eng. Design Anal Manuf.*, volume 9, numéro 4, pp. 247-258.
- PAHL, Gerhard et Wolfgang BEITZ. 1996. *Engineering Design: A Systematic Approach*. New York : Springer. 544 p.
- PEILLON, Sophie. 2005. « Une analyse dynamique du pilotage des groupements de PME ». *Revue internationale PME*, volume. 18, numéro 1, pp. 103-128.

- PERRIN, Jacques. 2001. *Concevoir l'innovation industrielle, méthodologie de conception de l'innovation*. Paris : CNRS Éditions. 166 p.
- POVEDA, Olivier. 2001. « Pilotage technique des projets d'ingénierie simultanée, modélisation des processus, analyse et instrumentation », Thèse de doctorat en mécanique, Grenoble : Institut polytechnique de Grenoble, 224 p.
- PUGH, Stuart. 1991. *Total design, integrated methods for successful product engineering*. Wokingham : Addison-Wesley. 296 p.
- PURCELL, A. T., J. S. GERO, H. EDWARDS and E. Matka. 1994. « Design fixation and intelligent design assistants ». *Artificial Intelligence in Design '94*, pp. 483-496.
- RAYMOND, Louis et Josée ST-PIERRE. 2007. « La R&D en tant que déterminant de l'innovation dans les PME : Essai de clarification empirique ». *5^e Congrès International de l'Académie de l'Entrepreneuriat*, Sherbrooke, Canada.
- ROBIN, Vincent. 2005. « Évaluation de la performance des systèmes de conception pour la conduite de l'ingénierie des produits ; prototype logiciel d'aide aux acteurs ». Thèse de doctorat en productique, Bordeaux: Université Bordeaux 1, École doctorales des sciences physiques et de l'ingénieur, 210 p.
- SIM, Siang K. et Alex H.B. DUFFY. 2003. « Towards an ontology of generic engineering design activities ». *Res. Eng. Design*, volume 14, pp. 200-223.
- SIMON, Herbert A. 1973. « The structure of ill-structured problems ». *Artificial intelligence*, pp. 181-220.
- SOHLENIUS, Gunnar. 1992. « Concurrent Engineering ». *Annals of the CIRP*, volume 41, numéro 2, pp. 645-655.
- STATISTIQUE CANADA. 2012. North American Industry Classification System (NAICS) Canada. Catalogue no. 12-501-X.
- SUH, Nam P. 1990. *The principles of design*. New York : Oxford University Press. 401 p.
- SUH, Nam P. 2001. *Axiomatic Design: Advances and Applications*. New York : Oxford University Press. 503 p.
- TAKEUCHI, Hirotaka et Ikujiro NONAKA. 1986. « The New Product Development Game ». *Harvard Business Review*, January-February, pp. 137-146.

- TAKEDA, Hideaki, Paul VEERKAMP, Tetsuo TOMIYAMA et Hiroyuki. YOSHIKAWA. 1990. « Modeling Design Processes », *AI Magazine*, volume 11, numéro 4, pp. 37-48.
- TARONDEAU, Jean-Claude. 1996. *Stratégie Industrielle*. Paris : Vuibert. 450 p.
- TICHKIEWITCH, Serge. 1994. « De la CFAO à la conception intégrée ». *Revue de CFAO et d'informatique graphique*, volume 9, numéro 5, pp. 609-621.
- TOPLICEANU, Genoveva, Vincent ROBIN, Constantin ISPAS et Philippe GIRARD. 2010. « Évaluation de la performance des processus collaboratifs en conception de produits ». *U.P.B. Sci. Bull., Series D*, volume 72, numéro 3, pp. 229-245.
- ULLMAN, David G. 1992. *The Mechanical Design Process*. New York : McGraw-Hill. 337 p.
- ULRICH, Karl.T. et Steven D. EPPINGER. 2000. *Product design and development*. New-York : McGraw-Hill International editions. 358 p.
- WANG, Fujun., John J. MILLS et Venkat DEVARAJAN. 2002. « A conceptual approach managing design resource », *Computers in Industry*, volume 47, numéro 2, pp. 169-183.
- WEBB, James E. 1969. *Space age management : the large-scale approach*. McGraw-Hill : New-York. 173 p.
- WITTORSKI, Richard. 1997. *Analyse du travail et production de compétences collectives*. Editions L'Harmattan. 239 p.

