



**HAL**  
open science

**Prise en compte des problèmes inter-métiers lors de  
l'introduction d'une innovation relative aux  
automatismes et systèmes d'information d'une  
entreprise : processus de spécification et de conception  
de l'offre**

Émilie Bonnetto

► **To cite this version:**

Émilie Bonnetto. Prise en compte des problèmes inter-métiers lors de l'introduction d'une innovation relative aux automatismes et systèmes d'information d'une entreprise : processus de spécification et de conception de l'offre. Autre. Université Paris Saclay (COMUE), 2016. Français. NNT : 2016SACLC081 . tel-01490803

**HAL Id: tel-01490803**

**<https://theses.hal.science/tel-01490803v1>**

Submitted on 16 Mar 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

NNT : 2016SACL081

THESE DE DOCTORAT  
DE  
L'UNIVERSITE PARIS-SACLAY  
PREPAREE A  
CENTRALESUPELEC

ECOLE DOCTORALE N° 573

Interfaces : approches interdisciplinaires, fondements, applications et innovation

Spécialité de doctorat : Sciences et technologies industrielles

Par

**Emilie BONNETTO**

Prise en compte des problèmes inter-métiers lors de l'introduction d'une innovation relative aux automatismes et systèmes d'information d'une entreprise : intégration au processus de spécification et de conception de l'offre

**Thèse présentée et soutenue à Châtenay-Malabry, le 06 Décembre 2016 :**

**Composition du Jury :**

M. Jean-Marc LE LANN	Professeur, INP Toulouse	Président du jury
Mme Carole BOUCHARD	Professeur, Arts et Métiers ParisTech	Rapporteur
Mme Marie-Anne LE DAIN	Professeur, Grenoble INP	Rapporteur
M. Bernard YANNOU	Professeur, CentraleSupélec	Directeur de thèse
Mme Gwenola YANNOU-LE BRIS	Maître de Conférences, HDR, AgroParisTech	Co-directrice de thèse
M. Vincent BOLY	Professeur, Université de Lorraine	Co-directeur de thèse
M. Benoit JACQUEMIN	Vice-Président Innovation, Schneider Electric	Invité
M. Jorge ALVAREZ	Directeur Innovation, Schneider Electric	Invité

*A mon grand-père, Gaspard Gucciardi.*

# Remerciements

Je tiens à remercier les membres du jury pour le temps consacré à juger mon travail de recherche. Je remercie *Jean-Marc Le Lann* pour avoir accepté d'être président du jury ainsi que *Carole Bouchard* et *Marie-Anne Le Dain* pour m'avoir fait l'honneur de lire et commenter le présent mémoire.

Je tiens à adresser mes remerciements à *Bernard Yannou*, *Gwenola Yannou-Le Bris* et *Vincent Boly* qui ont conjointement dirigé ces travaux de recherche avec professionnalisme et dévouement. Un grand merci à *Bernard Yannou*, Professeur à CentraleSupélec, pour avoir accepté d'être mon directeur de thèse. Merci pour sa rigueur, ses conseils et ses questionnements qui m'ont permis d'apprendre et de progresser durant ces trois années. Merci à *Gwenola Yannou-Le Bris*, Professeur à AgroParisTech pour son oreille attentive, son suivi régulier et sa gentillesse. Merci à *Vincent Boly*, Professeur à l'ENSGSI Nancy pour ses critiques constructives, ses idées et ses encouragements. Merci à vous trois pour les discussions et réflexions menées tout au long de cette thèse qui m'ont permis de nourrir ma démarche et d'avancer.

Merci également à *Jean-Claude Bocquet* pour m'avoir accueillie au Laboratoire Génie Industriel et pour m'avoir permis de vivre cette expérience.

Merci à *Delphine Martin* et *Sylvie Guillemain* pour leur aide et leur sourire.

J'aimerais exprimer ma gratitude envers *Benoit Jacquemin*, Vice-président Innovation à Schneider Electric sans qui ce travail n'aurait pas pu être réalisé. Merci pour ses conseils avisés et sa patience. Je remercie très sincèrement *Jorge Alvarez*, Directeur Innovation à Schneider Electric pour sa confiance, son soutien, son partage d'expérience et pour avoir mis en œuvre tous les moyens pour que cette thèse aboutisse et réussisse. Merci de m'avoir appris à prendre le recul nécessaire quand il le fallait.

J'aimerais exprimer ma reconnaissance à tous les professeurs, collègues de travail, professionnels des automatismes industriels et des systèmes informatiques et amis qui ont contribué de près ou de loin à cette thèse. Leur support et leur confiance ont été un atout essentiel pour l'avancement de ce travail de recherche.

Enfin, je souhaiterais exprimer ma reconnaissance à mes chers parents et à mes deux frères, *Gilles* et *Jérôme*. Je les remercie pour avoir cru en moi, pour leur soutien dans les moments de doute et pour la fierté qu'ils me témoignent.

Merci à *Anthony*, pour sa présence, sa patience et son amour.



# Table des matières

REMERCIEMENTS.....	3
TABLE DES MATIERES .....	4
GUIDE DE LECTURE .....	8
LISTE DES FIGURES.....	9
LISTE DES TABLEAUX .....	13
LISTE DES SIGLES, ACRONYMES ET ABREVIATIONS.....	14
LISTE DES DEFINITIONS .....	15
Bibliographie .....	16
PARTIE I. RESUME ETENDU .....	17
Bibliographie .....	21
PARTIE II. LES ENJEUX, LE CONTEXTE ET LA QUESTION DE RECHERCHE.....	22
1. Contexte de la thèse.....	23
1.1 Nouveau contexte industriel : la convergence IT OT au cœur des enjeux industriels.....	23
1.1.1 4 <sup>ème</sup> révolution industrielle : positionnement de la convergence IT OT dans le cadre de cette révolution .....	23
1.1.2 Développement des définitions de « <i>Operational technologies</i> » et « <i>Information Technologies</i> » .....	25
1.1.3 Discussions autour des définitions « <i>Operational Technologies</i> » et « <i>Information Technologies</i> » : positionnement du MES.....	30
1.1.4 Positionnement des fournisseurs d'automatismes industriels par rapport aux « <i>Information Technologies</i> » et « <i>Operational Technologies</i> » .....	31
1.1.5 Définition de la convergence IT OT.....	32
1.2 Conséquences de la convergence et énoncé du problème de thèse .....	38
1.2.1 Avantages et menaces liés à la convergence IT OT .....	38
1.2.2 Perturbations organisationnelles liées à la convergence IT OT .....	39
1.3 Elargissement du contexte.....	41
1.4 Paradoxes et question de recherche .....	41
2. Cadre théorique de la recherche .....	42
3. Introduction à la méthodologie de recherche adoptée .....	42
Bibliographie .....	43

**PARTIE III. ETAT DE L'ART : PILOTER LA PHASE AMONT D'UN PROCESSUS DE CONCEPTION DANS UN CONTEXTE DE PERTURBATIONS DES RELATIONS ENTRE ACTEURS IMPACTES PAR L'INTRODUCTION D'UN CONCEPT D'OFFRE..... 48**

<b>4. La gestion de l'innovation.....</b>	<b>49</b>
4.1 L'innovation : un concept de longue date .....	49
4.2 Gérer l'innovation .....	51
4.3 Zoom sur la phase amont du processus d'innovation : « <i>Fuzzy Front End</i> » (FFE) .....	53
4.3.1 Modèle de Cooper .....	53
4.3.2 Modèle de Koen .....	54
4.3.3 Modèle de Khurana et Rosenthal .....	55
4.3.4 Modèle RID.....	56
4.3.5 Stratégie Océan Bleu.....	56
4.3.6 Comparaison des méthodes « <i>Fuzzy Front End</i> » .....	57
4.4 Les stratégies d'innovation.....	57
<b>5. La conception centrée utilisateur .....</b>	<b>58</b>
5.1 « <i>User-Centered Design</i> » (UCD).....	58
5.2 Lien entre UCD, scénarios d'usage et personas .....	59
<b>6. Analyse des problématiques clients .....</b>	<b>61</b>
6.1 Définition d'un utilisateur .....	61
6.2 Définition d'un « <i>Customer Concern</i> » et des méthodes d'élicitation .....	62
6.3 Analyse des limites des méthodes d'élicitation des « <i>Customer Concerns</i> » par rapport à la question de recherche .....	65
6.3.1 Limite des méthodes.....	65
6.3.2 Question de recherche spécifique n° 1 .....	66
6.3.3 Hypothèses de recherche .....	67
<b>7. Définition des besoins fonctionnels de solutions et génération d'idées en réponse aux problématiques clients .....</b>	<b>67</b>
7.1 Définition d'une technologie.....	67
7.2 Analyse fonctionnelle.....	68
7.3 Quality Function Deployment (QFD) .....	69
7.4 Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) .....	70
7.5 Roadmapping.....	71
7.6 A la recherche de nouvelles idées .....	72
7.7 Analyse de la limite de ces méthodes par rapport à la question de recherche.....	72
7.7.1 Limites des méthodes .....	72
7.7.2 Question de recherche spécifique n°2 .....	74
7.7.3 Hypothèse de recherche.....	74
<b>8. Représenter les scénarios et les jeux d'acteurs .....</b>	<b>74</b>
8.1 Pourquoi s'intéresser au contexte social d'une innovation ?.....	74
8.2 Etude ethnographique.....	75
8.3 La méthode des personas.....	76
8.4 « <i>Actor Network Theory</i> » (ANT) .....	78
8.5 « <i>Stakeholder Value Network</i> » .....	79
8.6 Analyse stratégique des acteurs : la méthode MACTOR .....	82

8.7	La Méthode Conception Assistée par l'Usage pour les Technologies, l'Innovation et le Changement (CAUTIC®) .....	82
8.8	Analyse des limites de ces méthodes par rapport à la question de recherche spécifique n°2 .....	83
	Bibliographie .....	87
<b>PARTIE IV. DEMARCHE D'ELABORATION DES RESULTATS DE THESE.....</b>		<b>96</b>
<b>9.</b>	<b>Cas d'étude : La phase amont d'un processus de conception d'un fournisseur d'automatisme industriel .....</b>	<b>97</b>
9.1	Présentation globale de la phase amont du processus de conception .....	97
9.2	Description des étapes de la phase amont pour l'approche « <i>Market pull</i> » .....	101
9.3	Liste des manques identifiés liés à la question de recherche.....	116
<b>10.</b>	<b>Description de l'architecture de solution méthodologique : processus RACCP.....</b>	<b>118</b>
10.1	Elaboration d'une analyse fonctionnelle du besoin du cas d'étude.....	118
10.2	Description des composants de l'architecture de solution méthodologique.....	120
10.2.1	Activité « <i>Elaboration plan de recherche</i> » .....	121
10.2.2	Input « <i>Contact clients</i> ».....	122
10.2.3	Output « <i>Customer Concerns book</i> » .....	122
10.2.4	Activité « <i>Génération de concept d'offre</i> » .....	138
	Bibliographie .....	153
<b>PARTIE V. DEMARCHE D'EXPERIMENTATION DES RESULTATS DE THESE.....</b>		<b>154</b>
<b>11.</b>	<b>Confrontation du processus RACCP avec des experts .....</b>	<b>155</b>
11.1	Objectifs .....	155
11.2	Description des moyens de validation du processus RACCP .....	155
11.2.1	Elaboration du « <i>plan de recherche</i> ».....	155
11.2.2	Elaboration du guide d'entretien .....	156
11.3	Résultats et interprétations .....	158
11.3.1	Opinion globale du processus RACCP.....	158
11.3.2	Volonté de déploiement du processus RACCP .....	159
11.3.3	Critères d'évaluation du processus RACCP.....	160
11.3.4	Perspectives d'évolution du processus RACCP .....	161
11.4	Discussion .....	162
<b>12.</b>	<b>Expérimentation de la solution méthodologique .....</b>	<b>163</b>
12.1	Déploiement du processus RACCP .....	163
12.1.1	Elaboration de la « <i>question qualifiée</i> » .....	163
12.1.2	Elaboration du « <i>plan de recherche</i> ».....	165
12.1.3	Elaboration du guide d'entretien .....	168
12.1.4	Réalisation des entretiens clients.....	170
12.1.5	Analyse des entretiens clients.....	173
12.1.6	Classification des « <i>Customer Concerns</i> » .....	203
12.1.7	Génération du concept d'offre.....	210
12.1.8	Test d'acceptabilité du concept d'offre .....	230
12.1.9	Résultats et interprétations du test d'acceptabilité .....	234
12.2	Interprétation et discussion des résultats d'expérimentation du processus RACCP .....	238

12.2.1	Rappel des hypothèses de recherche .....	238
12.2.2	Réponse aux hypothèses de recherche .....	238
12.3	Apports et limites du processus RACCP.....	241
12.3.1	Apports du processus RACCP.....	241
12.3.2	Limites du processus RACCP .....	242
12.4	Apports et limites des travaux d'expérimentation.....	244
12.4.1	Apports des travaux d'expérimentation.....	244
12.4.2	Limites des travaux d'expérimentation .....	244
12.5	Préconisations pour le déploiement du processus RACCP .....	246
	Bibliographie.....	248
<b>PARTIE VI. CONCLUSION.....</b>		<b>249</b>
<b>13.</b>	<b>Rappel des objectifs de recherche.....</b>	<b>250</b>
<b>14.</b>	<b>Les apports du travail de recherche .....</b>	<b>250</b>
<b>15.</b>	<b>Perspectives.....</b>	<b>252</b>
	Bibliographie.....	252
<b>ANNEXE 1 : « CUSTOMER CONCERNS » .....</b>		<b>253</b>
<b>ANNEXE N°2 : PROFILS PERSONAS.....</b>		<b>267</b>
<b>ANNEXE 3 : GRAPHS DES RELATIONS ENTRE ACTEURS .....</b>		<b>271</b>

# Guide de lecture

Ce guide de lecture présente les styles typographiques de rédaction employés pour rédiger ce mémoire de thèse<sup>1</sup>.

Ceci est le style typographique pour le corps de texte.

Ceci est le style typographique pour une « *citation* » (auteur, année).

Ceci est le style typographique d'une référence introduite dans le corps de texte : (Bonnetto, 2016) ou (Bonnetto(a), 2016) ou (Bonnetto et al, 2016) ou Bonnetto (2016).

Ceci est le style typographique pour les « *expressions en langue étrangère* ».

Ceci est le style typographique pour référencer une **Figure X-X** ou un **Tableau X-X** dans le corps de texte.

**Figure X-X : Ceci est le style typographique du titre.**

Colonne 1	Colonne 2
Exemple 1	Exemple 2

**Tableau X-X : Ceci est le style typographique du titre du tableau X-X.**

---

<sup>1</sup> Ceci est le style topographique des notes de bas de page.

## Liste des figures

Figure I-1: Plan de thèse de doctorat d'Emilie Bonnetto .....	19
Figure II-1 : Organisation d'un système de contrôle-commande (Vidril, 1995) .....	26
Figure II-2 : Illustrations de composants de la partie opérative (PO) et partie commande (PC) d'un système de contrôle-commande (Schneider Electric, 2008) .....	27
Figure II-3 : Illustrations des composants IT au sein d'un site industriel .....	29
Figure II-4 : Représentation du macro-processus des fournisseurs d'automatismes industriels.....	31
Figure II-5 : Représentation des flux de données entre l'IT et l'OT .....	34
Figure II-6 : Exemple de convergence humaine pour permettre la connexion entre les machines et la GMAO (Bonnetto et al, 2016).....	37
Figure III-1: Représentation linéaire du processus « New Product Development » (NPD) (Booz et al, 1982).....	52
Figure III-2 : Le processus « Fuzzy Front End » (FFE) comme un processus « stage-gate » (Cooper, 1988).....	54
Figure III-3 : Représentation holistique du « <i>Fuzzy Front end</i> » (Koen, 2002).....	55
Figure III-4 : Représentation du « <i>Fuzzy Front End</i> » en trois phases (Khurana et Rosenthal, 1998)..	56
Figure III-5 : Représentation du chainage « <i>value-function-solution</i> » (Bouchard et al, 2009).....	63
Figure III-6 : Processus de transformation d'un « <i>Customer Concern</i> » en « <i>requirement</i> » .....	65
Figure III-7 : Les quatre étapes de la méthodologie QFD (Anderson et al, 2013) .....	69
Figure III-8: Représentation graphique d'une « <i>roadmap</i> » (Boly, 2008) .....	71
Figure III-9: Représentation d'un persona (Jaouali, 2015) .....	77
Figure III-10 : Représentation de relations directes et indirectes entre parties prenantes au sein de modèles différents (Eppinger et Browning, 2012) .....	80
Figure III-11 : Exemple d'une description d'une partie prenante (Feng et Crawley, 2009) .....	81
Figure IV-1 : Positionnement du cas d'étude par rapport à la matrice d'intégration des fournisseurs (Calvi et Le Dain, 2003).....	98
Figure IV-2: Représentation du périmètre de travail du cas d'étude .....	99
Figure IV-3 : Représentation du processus de conception amont en mode « <i>Market Pull</i> » (Schneider Electric, 2013) .....	100
Figure IV-4 : Représentation du processus de conception amont en mode « <i>Techno Push</i> » (Schneider Electric, 2013) .....	101
Figure IV-5 : Représentation des différentes activités de la phase amont du processus de conception (Schneider Electric, 2013).....	102
Figure IV-6: Exemple d'une « question qualifiée » pour un fournisseur d'automatisme industriel ...	104
Figure IV-7 : Photo d'un groupe de travail listant des « <i>points to study</i> » sur des Post-it® .....	104
Figure IV-8: Sélection des « <i>points to study</i> » selon les critères d'évaluation : impact et incertitude	106
Figure IV-9 : Exemple d'un format type de guide d'interview .....	106
Figure IV-10 : Représentation du nombre de besoins identifiés par nombre de clients interrogés pour un segment de marché donné (Griffin et Hauser, 2013) .....	107
Figure IV-11 : Exemple de liste de contacts clients pour les entretiens.....	108
Figure IV-12 : Association de groupes d'affinité par objectif de recherche .....	108
Figure IV-13 : Mise en relation des groupes d'affinité par objectif considéré.....	109
Figure IV-14 : Exemple d'un « <i>Customer Concern</i> » (CC).....	110
Figure IV-15 : Exemple de graphe pour classifier et sélectionner les « <i>concerns</i> » client.....	111

Figure IV-16 : Exemple d'une page de garde d'un « <i>Catalogue Concept</i> » sous format papier.....	113
Figure IV-17 : Exemple d'une page n°2 d'un « <i>Catalogue Concept</i> » sous format papier.....	114
Figure IV-18 : Mode de construction des OIC selon une boucle d'amélioration itérative.....	114
Figure IV-19 : Positionnement des manques sur les activités de la phase amont du processus de conception .....	116
Figure IV-20 : Diagramme pieuvre du cas d'étude : Phase amont du processus de conception en mode « <i>Market pull</i> » .....	119
Figure IV-21 : Diagramme « <i>Function Analysis System Technique</i> » FAST de la fonction principale 2 (FP 2) du système « Phase amont du processus de conception en mode « <i>Market pull</i> ».....	120
Figure IV-22 : Représentation du processus RACCP .....	121
Figure IV-23 : Modèle de description des « <i>Customer Concerns</i> » .....	123
Figure IV-24 : Phases du cycle de vie OT (Rockwell Automation, 2015).....	124
Figure IV-25 : Le composant 2 dans le processus RACCP.....	126
Figure IV-26 : Méthode de mise en relations des groupes d'affinité pour instancier le modèle de description des « <i>Customer Concerns</i> » .....	127
Figure IV-27 : Représentation du contexte de mise à jour d'un « <i>Customer Concern book</i> ».....	128
Figure IV-28 : Le composant 3 dans le processus RACCP.....	129
Figure IV-29: Modèle de description d'un persona (P).....	131
Figure IV-30 : Méthode de mise en relations des groupes d'affinité pour instancier le modèle de description des personas .....	132
Figure IV-31 : Le composant 4 dans le processus RACCP.....	134
Figure IV-32: Modèle de description des relations entre acteurs .....	135
Figure IV-33 : Méthode de mise en relations des groupes d'affinité pour instancier le modèle de description des relations entre acteurs .....	136
Figure IV-34 : Le composant 6 dans le processus RACCP.....	138
Figure IV-35 : Mise en exergue des informations clés relatives aux modèles associés au « <i>Customer Concern n°2</i> ».....	139
Figure IV-36 : Le composant 7 dans le processus RACCP.....	140
Figure IV-37: Recommandations par rapport aux « <i>use cases</i> » .....	141
Figure IV-38 : Recommandations par rapport au « <i>Catalogue Concept</i> » .....	142
Figure IV-39 : Le composant 8 dans le processus RACCP.....	143
Figure IV-40 : Le composant 9 dans le processus RACCP.....	144
Figure IV-41: Méthode d'amélioration d'une solution en fonction de la caractérisation de l'impact d'un concept sur les personas .....	146
Figure IV-42 : Caractérisation de l'impact d'un concept sur les relations entre personas pour le segment de marché « <i>entreprise manufacturière</i> » et la phase du cycle de vie OT « <i>Conception/Installation</i> » .....	148
Figure IV-43: Méthode d'amélioration d'une solution en fonction de la caractérisation de l'impact d'un concept sur les relations entre personas .....	149
Figure IV-44 : Le composant 10 dans le processus RACCP.....	150
Figure IV-45: Représentation des étapes d'analyse du test d'acceptabilité d'un concept d'offre (recommandation 3) .....	152
Figure V-1: Résultats pour la question concernant l'opinion globale des experts sur le processus RACCP.....	159
Figure V-2 : Résultats pour la question concernant la volonté de déploiement du processus RACCP.....	159
Figure V-3 : Résultats pour la question concernant l'évaluation de la pertinence du processus RACCP .....	160

Figure V-4 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « <i>Elaboration de la question qualifiée</i> » dans le processus RACCP .....	163
Figure V-5 : Question qualifiée permettant d'expérimenter le processus RACCP dans le contexte de convergence IT OT.....	164
Figure V-6 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « <i>Elaboration du plan de recherche</i> » dans le processus RACCP .....	165
Figure V-7 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « <i>Elaboration du guide d'entretien</i> » dans le processus RACCP .....	168
Figure V-8 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « <i>Réalisation des entretiens clients</i> » dans le processus RACCP .....	170
Figure V-9 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « <i>Analyse des entretiens clients</i> » dans le processus RACCP .....	173
Figure V-10: Exemple d'association de verbatims clients aux objectifs du plan de recherche pour l'entretien n°12.....	173
Figure V-11 : Mise en évidence de l'objectif 1 par rapport aux 4 « <i>objectifs de recherche</i> » .....	174
Figure V-12: Architecture présente dans les entreprises manufacturières .....	177
Figure V-13 : Architecture présente dans les entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type « <i>biens de consommation</i> »).....	178
Figure V-14 : Architecture présente dans les entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type « <i>mise à disposition d'un service</i> »).....	180
Figure V-15 : Architecture présente dans les infrastructures .....	181
Figure V-16 : Mise en évidence de l'objectif 2 par rapport aux 4 « <i>objectifs de recherche</i> » .....	182
Figure V-17 : Exemples de verbatims associés à l'objectif de recherche 2 .....	183
Figure V-18 : Fiche de description du CC n°23 .....	186
Figure V-19: Association « <i>Customer Concern</i> »-Entreprise interviewée.....	188
Figure V-20 : Représentation des « <i>Customer Concerns</i> » découvert au fur et à mesure des entretiens dans les entreprises clientes (historiquement de la gauche vers la droite) .....	189
Figure V-21 : Mise en évidence de l'objectif 3 par rapport aux 4 « <i>objectifs de recherche</i> ».....	189
Figure V-22 : Exemples de verbatims associés à l'objectif de recherche 2 .....	190
Figure V-23 : Fiche profil du persona « <i>Informatique</i> » .....	192
Figure V-24 : Vue adoptée pour la liste des personas impactés par la convergence IT OT.....	193
Figure V-25: Représentation des personas identifiés comme impactés par la convergence IT OT au fur et à mesure des entretiens dans les entreprises clientes (historiquement de la gauche vers la droite) .....	195
Figure V-26 : Mise en évidence de l'objectif 2 par rapport aux 4 « <i>objectifs de recherche</i> » .....	196
Figure V-27 : Exemples de verbatims associés à l'objectif de recherche 4 .....	197
Figure V-28: Graphe de relations entre personas pour les segments « <i>entreprises mettant en œuvre des processus industriels</i> » et « <i>Infrastructure</i> » et pour la phase du cycle de vie « <i>Conception/Installation</i> » .....	199
Figure V-29 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « <i>Analyse des entretiens clients</i> » dans le processus RACCP .....	203
Figure V-30: Représentation graphique de la classification des 28 « <i>Customer Concerns</i> ».....	208
Figure V-31: Profils d'attribution des notes par les experts par rapport aux huit sous-critères pour le « <i>Customer Concern</i> » n°1 .....	209
Figure V-32 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « <i>Génération de concept d'offre</i> » dans le processus RACCP .....	210
Figure V-33: Phases du cycle de vie du concept d'offre.....	218
Figure V-34: Support « <i>hardware</i> » de l' « <i>IT OT Box</i> » .....	221
Figure V-35: Exemple de description d'une partie du concept « <i>IT OT Box</i> » .....	223



Figure V-36: Présentation de l'étape 1 du « <i>use case</i> » 1 dans le catalogue concept « <i>IT OT Box</i> »..	224
Figure V-37: Présentation de l'étape 3 du « <i>use case</i> » 1 dans le catalogue concept « <i>IT OT Box</i> »..	225
Figure V-38: Caractérisation de l'impact du concept sur les relations entre personas.....	229
Figure V-39 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « <i>Test d'acceptabilité du concept d'offre</i> » dans le processus RACCP .....	230
Figure V-40: Résultats pour la question concernant l'évaluation de la pertinence du concept par rapport à 6 critères.....	236
Figure V-41: Résultats pour la question concernant l'évaluation de la pertinence du concept par rapport aux « <i>concerns</i> » ciblés.....	237

## Liste des tableaux

Tableau II-1 : Description des flux de données échangées entre l'OT et l'IT .....	34
Tableau III-1: Activités des différents modèles " <i>Fuzzy Front-End</i> " (Elverum et Welo, 2013) .....	57
Tableau III-2 : Exigences fonctionnelles d'une raquette de tennis .....	68
Tableau III-3 : Exemple d'une analyse quantitative pour l'AMDEC.....	70
Tableau III-4 : Comparaison des méthodes et théories relatives aux critères établis.....	84
Tableau IV-1: Explicitation du rôle des acteurs intervenant dans la phase amont du processus de conception .....	102
Tableau IV-2: Exemple d'association de « <i>points to study</i> » à un objectif de recherche A .....	105
Tableau IV-3: Justification des variables supplémentaires pour la description d'un « <i>Customer Concern</i> » .....	123
Tableau IV-4: Description des variables descriptives d'un persona .....	130
Tableau IV-5 : Type de relations entre acteurs pour le composant 4.....	134
Tableau IV-6: Liste de questions pour définir les personas concernés par un concept (par segment de marché et par phase du cycle de vie OT) .....	143
Tableau IV-7 : Liste de questions pour caractériser l'impact d'un concept sur les personas concernés .....	145
Tableau V-1: Liste des « <i>points to study</i> » associés à des « <i>objectifs de recherche</i> » pour la confrontation avec des experts .....	155
Tableau V-2 : Guide d'entretien élaboré pour valider la pertinence du processus RACCP.....	156
Tableau V-3: Liste des « <i>points to study</i> » associés à des objectifs de recherche liés à la « <i>question qualifiée</i> ».....	165
Tableau V-4 : Guide d'entretien élaboré pour l'expérimentation du processus RACCP dans le contexte de convergence IT OT.....	168
Tableau V-5 : Synthèse des acteurs ayant fait l'objet d'entretiens.....	171
Tableau V-6: Nombre de verbatims obtenus par objectif de recherche .....	174
Tableau V-7 : Description de la partie opérative des entreprises suivant les segments de marché.....	175
Tableau V-8: Expression d'un même " <i>concern</i> " par deux acteurs différents .....	186
Tableau V-9 : Liste des titres des 28 « <i>Customer Concerns</i> » .....	187
Tableau V-10: Liste des personas impactés par la convergence IT OT .....	193
Tableau V-11: Description de la construction des flux entre personas .....	198
Tableau V-12: Description des flux représentés sur la Figure V-19 .....	200
Tableau V-13 : Description des graphes de relations entre personas .....	201
Tableau V-14 : Représentation de la convergence dans la découverte des flux des relations entre acteurs au cours du temps (historiquement de la gauche vers la droite) .....	202
Tableau V-15: Evaluation des idées générées .....	212
Tableau V-16 : Liste des « <i>use cases</i> » tirés des « <i>Customer Concerns</i> ».....	213
Tableau V-17: Liste des « <i>use cases</i> » tirés du cycle de vie du concept d'offre .....	218
Tableau V-18: Informations à détailler pour le « <i>catalogue concept</i> » de l' « <i>IT OT Box</i> » .....	221
Tableau V-19: Liste des acteurs impactés par le concept « <i>IT OT Box</i> ».....	226
Tableau V-20: Evaluation des impacts du concept « <i>IT OT Box</i> » sur les personas concernés .....	227
Tableau V-21: Liste des « <i>points to study</i> » associés à des objectifs .....	231
Tableau V-22: Guide d'entretien élaboré pour valider la pertinence du processus RACCP.....	232
Tableau V-23: Taux de présence des « <i>concerns</i> » ciblés parmi les personas interrogés .....	237

# Liste des sigles, acronymes et abréviations

**AC Drives:** Alternative Current Drives

**CC :** Customer Concern

**CIO :** Chief Information Officer

**COO :** Chief Operating Officer

**CMMS :** Computerized Maintenance Management System

**CRM :** Customer Relationship Management

**ERP :** Enterprise Resource Planning

**GMAO :** Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur

**HMI :** Human Machine Interface

**IT :** Information Technologies

**MES :** Manufacturing Executive System

**NPD :** New Product Development

**OIC :** Objet Intermédiaire de Conception

**OT :** Operational Technologies

**PAC :** Programmable Automation Controller

**PLC :** Programmable Logical Controller

**PLM :** Product Lifecycle Management

**RACCP :** Relations entre Acteurs, Customer Concerns, Personas

**RP :** Responsable d'un Projet d'innovation

**SCADA :** Supervisory Control and Data Acquisition

# Liste des définitions

**Acteur IT** : Personne nécessaire pour faire fonctionner et utiliser les systèmes IT (proposition de ce travail de recherche).

**Acteur OT** : Personne nécessaire pour faire fonctionner et utiliser les systèmes OT (proposition de ce travail de recherche).

**Automates** : Dispositifs électroniques permettant de commander, mesurer et contrôler tout ou partie d'un procédé industriel ou le fonctionnement de machines (Bergounoux, 2004).

**Convergence IT OT** : Synonyme de convergence technique et humaine entre l'OT et l'IT. La convergence technique est un échange de données entre l'IT et l'OT, lorsque les deux systèmes sont en fonctionnement, pour le contrôle et la maîtrise des étapes du processus de production de biens ou services, ainsi que pour le contrôle et la maîtrise des ressources humaines, matérielles et financières de l'entreprise. La convergence humaine : une communication voire une collaboration entre les personnes considérées comme ressources pour concevoir, mettre en service et connecter les deux systèmes technologiques IT et OT (proposition de ce travail de recherche).

« **Customer Concern** » (CC) : *« Quelque chose qui ennuie les clients avant, pendant et après la réalisation d'une tâche ou qui les empêche de réaliser la tâche. Les « pains » sont également les risques c'est-à-dire les potentiels résultats non souhaités relatifs à la réalisation d'une tâche (Osterwalder et al , 2015).*

« **Enterprise Resource Planning** » (ERP) : Ensemble de modules logiciels qui supportent la planification et le contrôle de toutes les ressources d'une entreprise : humaines, matérielles, financières (Laudon et al, 2010).

**Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO)** : Application informatique qui permet de suivre les actions de maintenance (maintenance corrective), de planifier les actions à effectuer (maintenance préventive) et d'anticiper les actions de maintenance à exécuter sur les différentes machines et installations industrielles (Blondel, 2007).

« **Information Technologies** » (IT) : Systèmes d'information gérant les informations utilisées, produites et transformées par les métiers de la production et de la logistique regroupant les activités telles que : production de biens/services, la distribution du produit, la gestion des bâtiments et infrastructures utiles à la production de biens/services (Brongniart, Fally et Treyer, 2010).

**Innovation** : *« la mise en œuvre d'un produit (bien ou service), d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures » (OCDE, 2005).*

« **Manufacturing Executive System** » (MES) : Application informatique qui a pour but d'industrialiser le produit conçu et produit les gammes de fabrication à partir des données géométriques du produit, des nomenclatures, des technologies et des ressources de l'entreprise. Il peut permettre également de gérer les actions qui concourent à la qualité (Blondel, 2007).

**Objet Intermédiaire de Conception (OIC)** : Objet qui constitue un objet support pour les échanges liées au processus de conception. Il peut également permettre de matérialiser un choix fait sur un

produit en conception. Par exemple, il peut s'agir d'un dessin, une maquette, un prototype ou d'une capture d'écran (Kooli-Chaabane, 2010).

« *Operational Technologies* » (OT) : Système matériel et logiciel qui permet d'assurer la surveillance et la maîtrise d'un procédé de production de produits ou de mise à disposition de services (Sindjui, 2014).

**Phase amont d'un processus de conception** : Phase « où les besoins clients et les opportunités du marché sont déterminés, les idées pour de nouveaux produits sont générées, les concepts produits sont développés et évalués jusqu'à la prise de décision visant à industrialiser le produit ou non. » (Hohenegger et al, 2008)

**Projet d'innovation** : Ensemble d'activités destinées à mobiliser des ressources humaines et matérielles pour élaborer un concept de produit ou service. Les activités du projet sont celles de la phase amont du processus de conception (proposition de ce travail de recherche).

**TCP/IP** : Transmission Control Protocol / Internet Protocol est l'ensemble des règles de communication pour transférer des données sur Internet

## Bibliographie

BERGOUIGNOUX, L. *Automates Programmables Industriels* [En ligne]. Support de cours. 2004. [Consulté le 24/02/2016] Disponible à l'adresse : <http://iusti.polytech.univ-mrs.fr/~bergougnoux/publiperso/polyAPI.pdf>

BLONDEL, F. *Gestion de la production : Comprendre les logiques de gestion industrielle pour agir*. Dunod, 2007. ISBN : 2100514024.

BRONGNIART, O., FALLY, M., TREYER, J., et al. *Améliorer le pilotage du SI : Le pilotage par la réduction de la destruction de valeur*. Paris: Dunod, 2010. ISBN : 978-2-10-054120-1.

HOHENEGGER, J., BUFARDI, A., XIROUCHAKIS, P. Compatibility knowledge in Fuzzy Front End. In : BERNARD, A., TICHKIEWITCH, S. *Methods and Tools for Effective Knowledge Life-Cycle-Management*. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2008, p. 243-258. ISBN 978-3-540-78430-2.

KOOLI-CHAABANE, H. *Le transfert de technologie vu comme une dynamique des compétences technologiques: application à des projets d'innovation basés sur des substitutions technologiques par le brasage métallique*. Thèse de doctorat. Vandoeuvre-les-Nancy : INPL, 2010.

LAUDON, C.K., LAUDON, P.J., PENNAROLA, F., et al. *Management dei sistemi informativi*. Milan : Pearson, 2010. ISBN : 9788871925912

OCDE. *Manuel d'Oslo : Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données et l'innovation*. Paris: OCDE, 2005.

OSTERWALDER, A., PIGNEUR, Y., BERNARDA, G., et al. *Value Proposition Design : How to Create Products and Services Customers Want*. John Wiley & Sons, 2015. ISBN : 978-1118968055.

SINDJUI, C. *Le grand guide des systèmes de contrôle commande industriels*. Paris: Lexitis éditions, 2014. ISBN : 9782362331350.

**Partie I.**  
**Résumé étendu**

Ce travail de recherche entre dans le champ du génie industriel et plus particulièrement de l'ingénierie de l'innovation. Selon l'OECD (2005), une innovation technologique d'un produit : « *correspond à la mise au point/commercialisation d'un produit plus performant dans le but de fournir au consommateur des services objectivement nouveaux ou améliorés. Par innovation technologique de procédé, on entend la mise au point/adoption de méthodes de production ou de distribution nouvelles ou notablement améliorées. Elle peut faire intervenir des changements affectant – séparément ou simultanément – les matériels, les ressources humaines ou les méthodes de travail.* ». Une innovation technologique constitue donc un levier d'accroissement de la valeur d'un produit ou d'un service. Dans le cadre des travaux de recherche présentés dans ce document, la doctorante s'intéresse à une catégorie particulière d'innovation : celles diffusées dans le cadre de relation « *business to business* » et qui visent à contribuer aux fonctions supports de l'entreprise (fonctions de gestion opérationnelles et managériales). Dans un tel contexte, les conditions de succès de l'innovation de rupture proposée ne dépendent pas uniquement de l'accroissement des performances techniques du système innovant (telles que la rapidité de transmission de l'information ou à créer des passerelles automatisées sur des systèmes jusque-là non communicants). Ce travail de thèse montre que ces conditions de succès sont également dépendantes de la capacité du concepteur à identifier le contexte organisationnel dans lequel cette innovation sera mise en œuvre. L'hypothèse posée est que cette connaissance du contexte permet d'intégrer les caractéristiques de la structure organisationnelle d'accueil dès la conception de l'innovation et d'en faciliter ainsi l'adoption.

Ce travail de recherche s'intéresse alors à une famille de produits industriels qui combinent :

- Une mise en place physique de systèmes dans les processus productifs du client (ici des systèmes de transmission et de traitement de données).
- Et de nouvelles pratiques de travail dans les fonctions de gestion opérationnelles et managériales.

Le contexte spécifique de convergence IT OT permet d'illustrer ce phénomène. OT signifie "*Operational Technologies*". Ce terme fait référence au système de contrôle-commande industriels comme les automates programmables industriels, les capteurs ou les actionneurs. IT veut dire "*Information technologies*". Cette expression regroupe toutes les applications informatiques d'entreprise destinées à maîtriser et planifier les activités des processus globaux d'entreprise (Bracchi et al, 2009). La convergence IT OT désigne toutes les connexions techniques et humaines entre ces deux systèmes. La connexion technique implique des échanges de données entre l'OT et l'IT. Ces données permettent aux responsables des systèmes OT d'avoir une meilleure visibilité sur le fonctionnement de leurs systèmes afin d'en améliorer les performances. Cette convergence implique également des changements organisationnels. En effet, les responsables respectifs des deux systèmes sont amenés à travailler de manière collaborative. Les métiers de l'IT constituent un support pour les configurations techniques des échanges de données. Les décideurs liés à l'OT refusent de connecter leurs installations industrielles aux applications informatiques d'entreprise. Cette connexion est souvent associée à des risques de cyber sécurité. Les responsables OT peuvent donc rejeter les innovations technologiques capables de favoriser la convergence IT OT.

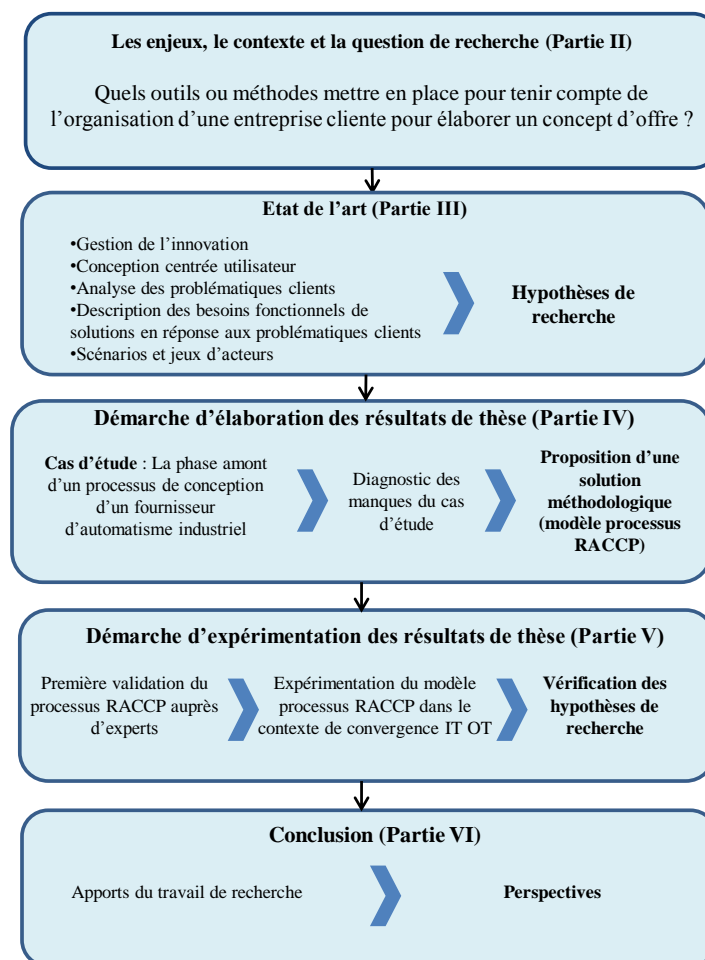
L'ambition de ce travail de thèse est d'utiliser des outils issus des théories et méthodes en génie industriel pour caractériser les changements organisationnels qui sont inhérents à la diffusion d'une innovation en interne d'une entreprise cliente. La doctorante s'intéresse à la prise en compte de ces impacts organisationnels le plus tôt possible en conception. Différents modèles existent pour représenter les activités de la phase amont d'un processus d'innovation. Cette phase peut être

subdivisée en deux macro-activités : la découverte des problèmes clients et la génération d'un concept innovant.

Le but de la recherche conduite peut être formulé comme suit : proposer une solution méthodologique pour :

- Décrire les problèmes clients, dans un contexte d'offre « *business to business* » et de conception d'innovation technologique destinées aux fonctions support de ce client.
- Caractériser l'impact d'un tel concept innovant sur l'organisation d'une entreprise en vue d'établir une bibliothèque des caractéristiques organisationnelles à intégrer au cahier des charges de l'innovation.
- Générer des innovations qui ne soient pas rejetées par ses acteurs internes.

La **Figure I-1** illustre le plan du manuscrit de la présente thèse de doctorat. Ce manuscrit contient cinq parties débutant par une présentation des enjeux et contexte de thèse et se terminant par la présentation de la valorisation des résultats de recherche.



**Figure I-1: Plan de thèse de doctorat d'Emilie Bonnetto**

**La partie II** décrit les quatre révolutions industrielles qui ont rythmé l'Histoire. Cette partie propose une définition de la convergence IT OT appartenant à la dernière révolution. Les nouveaux produits ou services facilitant la convergence sont des opportunités de gain de performances pour les entreprises



industrielles. Cependant, ils sont également moteurs de changements organisationnels à l'origine des rejets potentiels ou des réticences associés à ces nouveaux produits ou services. Pour clore cette partie, la problématique de recherche est énoncée.

**La partie III** expose un état de l'art sur les moyens de pilotage de la phase amont d'un processus de conception dans un contexte de perturbations organisationnelles dues à l'introduction d'un nouveau concept d'offre. Les modèles de la phase amont d'un processus de conception ou « *Fuzzy Front End* » sont décrits dans cette partie. Ces derniers font partie du périmètre d'application possible de l'approche « conception centrée utilisateurs ». Cette philosophie vise à coupler des problèmes existants et une offre de produit ou service. Ainsi, la doctorante étudie les outils actuels d'analyse des problèmes existants chez un client pour ensuite décrire les méthodes de la littérature permettant de décrire une solution en réponse à ces derniers. Elle aborde ainsi des notions clés comme : la conception centrée utilisateur, les méthodes d'élicitation des « *customer pains* », les personas ou encore l'analyse stratégique des acteurs. Après avoir présenté les limites de chacun de ces groupes d'outils et méthodes, l'état de l'art aboutit à deux questions de recherche à l'origine de deux hypothèses de recherche.

**La partie IV** est axée sur la démarche d'intégration des problématiques d'impact organisationnel au sein d'un processus de conception et plus précisément dans un processus formalisé de « *Fuzzy Front End* ». Des propositions sont faites et un regard particulier est porté sur le cas d'un fournisseur d'automatisme industriel. Cette partie expose le diagnostic de ce cas d'étude réalisé à la lumière des questions de recherche. Celui-ci aboutit à une liste de manques positionnés par rapport aux différentes activités de la phase amont du processus de conception. Pour répondre à ces manques, la doctorante crée dix composants constituant la solution méthodologique de thèse appelée « processus RACCP ».

**La partie V** présente le protocole de validation de ces composants auprès d'experts en innovation. Puis, elle détaille le protocole d'expérimentation du processus RACCP sur des projets réels et dans le contexte de convergence IT OT. Les échantillons d'acteurs étudiés sont décrits, des illustrations des étapes de déploiement du modèle processus sont exposés, les résultats d'analyse et de traitement des données terrain sont justifiés. La mise en application des composants de la solution méthodologique proposée permet une validation des hypothèses de recherche énoncées dans la deuxième partie.

**La partie VI** permet de boucler ce mémoire par une conclusion. Elle rappelle les principaux apports scientifiques et industriels que ces travaux ont produits. Une présentation des perspectives y est également faite. La solution méthodologique pourrait s'appliquer à d'autres contextes que celui de la convergence IT OT. Par ailleurs, elle pourrait être utilisée et adaptée par d'autres entreprises que celles du cas d'étude.

Globalement, la contribution de ce travail de thèse peut se résumer en deux types d'apports :

- **Une proposition méthodologique.** La solution méthodologique appelée « processus RACCP » intègre des modèles opérationnels permettant aux concepteurs en innovation de :
  - ✓ Visualiser les relations entre acteurs chez leurs clients.
  - ✓ Visualiser les profils de ces acteurs.
  - ✓ Associer la description des problèmes clients aux profils des acteurs de ces entreprises clientes.

Un tel processus a pour objectifs :

- ✓ L'identification de sources de valeur spécifiques à chaque acteur d'une entreprise cliente.

- ✓ L'anticipation des possibles évolutions de l'organisation cliente dues à l'introduction d'un nouveau produit ou service.
- ✓ L'élaboration et l'enrichissement d'un concept d'offre tenant compte des précédents enjeux.
- **Des résultats opérationnels.** L'expérimentation de la solution méthodologique dans le contexte de convergence IT OT a permis d'instancier les modèles opérationnels proposés. Cette opération d'instanciation a abouti à trois résultats :
  - ✓ Une liste de « *customer pains* » liés à la convergence IT OT.
  - ✓ Une description des profils personas associés à ces « *pains* ».
  - ✓ La représentation des relations entre acteurs au sein des entreprises clientes des solutions IT et OT.

## **Bibliographie**

BRACCHI, G., FRANCALANCI, C., MOTTA, G. *Sistemi informativi d'impresa*. Milan : McGrawHill, 2009. ISBN: 9788838663284.

OCDE. *Manuel d'Oslo : Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données et l'innovation*. Paris: OCDE, 2005.

**Partie II.**  
**Les enjeux, le contexte et la question de recherche**

# 1. Contexte de la thèse

## 1.1 Nouveau contexte industriel : la convergence IT OT au cœur des enjeux industriels

### 1.1.1 4<sup>ème</sup> révolution industrielle : positionnement de la convergence IT OT dans le cadre de cette révolution

L'Histoire a traversé quatre révolutions industrielles. Par révolution industrielle, les historiens (Caron, 1997) entendent « *un processus d'accélération sans précédent du progrès technique* ». La littérature (Larousse, 2016) montre qu'il s'agit donc d'un ensemble de phénomènes qui ont transformé le monde moderne par le développement de la technique. Ainsi, définir chaque révolution industrielle consiste à expliciter les domaines des avancées technologiques qui leur sont associées. Ces progrès ont des conséquences qui seront également détaillées dans chaque cas.

Une première rupture technologique repose sur la mécanisation. Elle s'opère entre 1760 et 1850 en Grande-Bretagne dans quatre domaines : l'énergie (hydroélectricité et machine à vapeur), la métallurgie (fabrication du fer), le coton (filature du coton et tissage mécanique) ainsi que dans divers industries et services (construction de canaux et de routes). Cette première révolution (Caron, 1997 ; Kapas, 2008 ; Landes, 1994) a plusieurs conséquences :

- L'apparition de nouvelles infrastructures comme les chemins de fer.
- Le remplacement de sources d'énergie animées (êtres humains) par des sources inanimées provenant essentiellement de la vapeur (machines à vapeur).
- L'utilisation de nouvelles machines-outils comme des machines de tissage mécaniques.
- L'émergence de nouveaux modèles de consommation (Mackendrick et al, 1982) : alors que la consommation était auparavant de subsistance, une part importante des populations accède à des biens manufacturés qui vont au-delà de la simple subsistance. Ils proviennent par exemple du secteur textile. En conséquence, les comportements et relations des différents acteurs de la société sont modifiés. Des artisans, techniciens et savants prennent conscience des potentialités de ces nouvelles technologies en place et appréhendent cette rupture technologique de manière positive. Quelques entrepreneurs saisissent les opportunités offertes et développent de nouvelles applications.

La seconde révolution industrielle a débuté dans les années 1870 aux Etats-Unis et en Allemagne et s'étend jusqu'au milieu XX<sup>ème</sup> siècle. Elle est fondée sur deux aspects : la mécanisation et l'organisation. Elle concerne des domaines technologiques comme l'électricité ou encore la chimie. Les inventions associées sont par exemple : le moteur à explosion utilisant le pétrole, le télégraphe ou encore la production mécanique d'électricité. A nouveau, des modèles de consommation et une nouvelle organisation du travail émergent. Dans le secteur industriel, il s'agit de fabriquer des produits identiques en masse pour répondre aux nombreux besoins des consommateurs qui achètent et utilisent alors des produits standardisés bon marché. L'ingénieur américain Taylor propose une organisation scientifique du travail avec une spécialisation des tâches. Par ailleurs, Ford (Flacher, 2005) introduit le travail à la chaîne. Le développement de ces innovations successives permet des gains de productivité importants dans les industries.

La troisième révolution industrielle débute au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle aux Etats-Unis puis s'étend au Japon et dans l'Union Européenne. Elle est fondée sur l'émergence et l'utilisation des Nouvelles

Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC). Les domaines de l'électronique, des télécommunications, de l'informatique, de l'audiovisuel et du nucléaire sont concernés. La production industrielle est fortement impactée par l'arrivée des automates et des robots. L'automate programmable industriel, inventé en 1968 par Richard Morley, permet de contrôler et commander des machines ou un processus. Le robot industriel est d'abord utilisé pour les tâches de manutention puis pour les activités de production. De nouvelles typologies d'organisations industrielles émergent à la fin de la Seconde Guerre Mondiale comme le « *Lean Manufacturing* » ou le « *Toyota Product System* ». L'objectif est d'augmenter les performances d'un site industriel grâce au tryptique : coût, qualité, délai. De plus, les gaspillages sont éliminés et la productivité augmente (Gimélec, 2013). En contrepartie l'automatisation fait naître des conflits entre acteurs des entreprises. En effet, les syndicats ouvriers ont peur pour les emplois et voient la révolution industrielle comme un événement négatif. Ils revendiquent le droit de suivre des formations en vue d'une reconversion professionnelle.

La quatrième révolution industrielle est la révolution digitale. Cette rupture débute dans les années 2000-2010. Elle s'appuie sur la création, le transfert et le traitement de données en masse. Ce mouvement industriel vise à la génération de produits et services personnalisables et personnalisés et à l'augmentation de la productivité. Dans ce cadre, les expressions « *usine digitale* » ou « *usine numérique* » sont employées pour désigner tous les sites industriels où l'ensemble des opérations industrielles sont surveillées et contrôlées à tout moment. Le but est de produire sans risque, de façon efficiente, ergonomique et sans défaut du premier coup (Wang et Nee, 2009). Des tendances émergent :

- L'Internet des Objets (ou « *Internet of Things* ») (Crotti et al, 2010) se réfère à la capacité d'équiper les objets du quotidien avec la technologie leur permettant de communiquer avec d'autres objets en utilisant TCP/IP<sup>2</sup>. L'Internet des Objets Industriels (ou « *Industrial Internet of Things* ») est spécifique au secteur industriel et se réfère à la capacité des objets industriels à être connectés. Les objets peuvent être des capteurs, des pompes, des moteurs, des machines.
- Le Big Data (IBM, 2016) recouvre trois dimensions principales : le volume (la masse de données stockées et échangées en entreprise peuvent se compter en téraoctets<sup>3</sup> voire en pétaoctets<sup>4</sup>), la vitesse (les données doivent être analysées à mesure qu'elles sont collectées), la variété (les sources de données sont hétérogènes).
- L'industrie 4.0 (Schlaepfer et al, 2015) représente l'adoption massive par les industries manufacturières et les traditionnels sites de production des technologies de l'information et de la communication. Cette intégration de nouvelles technologies brouille les frontières entre le monde réel (composé de machines et capteurs) et le monde virtuel composé notamment de logiciels permettant de gérer un ou plusieurs processus d'entreprise.

Une des conséquences de cette révolution est un changement majeur dans les relations intra-entreprises. Des personnes, qui, jusqu'alors n'avaient pas l'habitude de travailler ensemble, sont amenées à collaborer directement. Dans ce contexte, les informaticiens, les automaticiens, la production, les installateurs deviennent des métiers étroitement liés. Pour illustration, la production demande à ses fabricants de machines de lui fournir des installations et machines compatibles avec les standards de communication de l'Industrie 4.0. Ces interactions font naître la nécessité de disposer de compétences transversales pour une entreprise industrielle. Par ailleurs, de nouvelles associations d'acteurs se mettent en place. Les gouvernements (comme celui de l'Allemagne) (Gimélec, 2013)

---

<sup>2</sup> TCP/IP : Transmission Control Protocol / Internet Protocol est l'ensemble des règles de communication pour transférer des données sur Internet (voir liste des définitions).

<sup>3</sup> 1 téraoctet (To) = 10<sup>12</sup> octets

<sup>4</sup> 1 pétaoctet (Po) = 10<sup>15</sup> octets

créent également des groupes de travail pour saisir les opportunités offertes par l'émergence de ces nouvelles tendances technologiques.

Dans le cadre de la 4<sup>ème</sup> révolution industrielle, une autre expression permet de désigner la connexion entre des objets industriels et des logiciels de gestion de processus d'entreprise. Il s'agit de la convergence IT OT. OT<sup>5</sup> signifie « *Operational Technologies* ». Ce sigle regroupe donc toutes les technologies opérationnelles (mécaniques ou logicielles) permettant de contrôler et commander des équipements physiques et des processus au sein d'entreprises industrielles. IT<sup>6</sup> signifie « *Information Technologies* » et désigne toutes les applications informatiques destinées à traiter, transmettre et stocker les données d'entreprise. Historiquement (Harp et Gregory-Brown, 2015), les deux types de technologies se développent en silos et ne communiquent pas. Or, ambitionner la convergence des deux (donc leur connexion) génère des attentes liées à une amélioration des performances de l'entreprise (Atos, 2012). Une meilleure maîtrise des coûts, une réduction des risques, une réduction du « *Time To Market* » ou encore une diminution du taux de rebuts permet cet incrément de performances attendues.

### ***1.1.2 Développement des définitions de « Operational technologies » et « Information Technologies »***

- Périmètre de validité des définitions

Les composants OT et IT précédemment définis sont présents dans le secteur industriel regroupant des entreprises telles que :

- ✓ Les **entreprises manufacturières**. Les industries manufacturières (Insee(b), 2016) sont les industries de conversion de matières premières ou d'assemblage de composants en vue d'obtenir des produits finis. Ces derniers sont destinés à répondre aux attentes et spécifications de clients. La fabrication de ces produits finis passe par l'emploi de machines configurées par l'Homme et par la répartition des tâches pour une production de masse. Pour illustration, les industries appartenant à cette catégorie sont les industries électroniques ou encore les industries textiles.
- ✓ Les **entreprises mettant en œuvre des processus industriels**. Une industrie de type processus ou « *process* » est une industrie dans laquelle les matières premières subissent une transformation chimique en plus d'une transformation physique propre au procédé industriel. Ce segment peut lui-même être scindé en deux groupes en fonction de leur nature :
  - Les industries des « *biens de consommation* » (Insee(a), 2016) c'est-à-dire dont le débouché des activités est la consommation finale des ménages. Les industries agroalimentaires, pharmaceutiques, les industries de traitement de l'eau, les industries de conversion (papeterie, production de pneus) permettent d'illustrer ce groupe.
  - Les industries de type « *clé en main* » (Béaud, 2010) : une fois livrée, l'usine est prête à être utilisée. Les industries pétrolières, les usines d'extraction des mines, les industries chimiques, les centrales nucléaires en sont des exemples.
- ✓ Les **infrastructures**. Dans ce cas, les infrastructures sont tous les systèmes permettant le transport au sein d'une collectivité. Pour exemple, les aéroports, les métropolitains, les tramways ou les tunnels font partie de cette catégorie d'entreprises.

Ainsi, les définitions ci-après sont valables pour ces trois types d'entreprises.

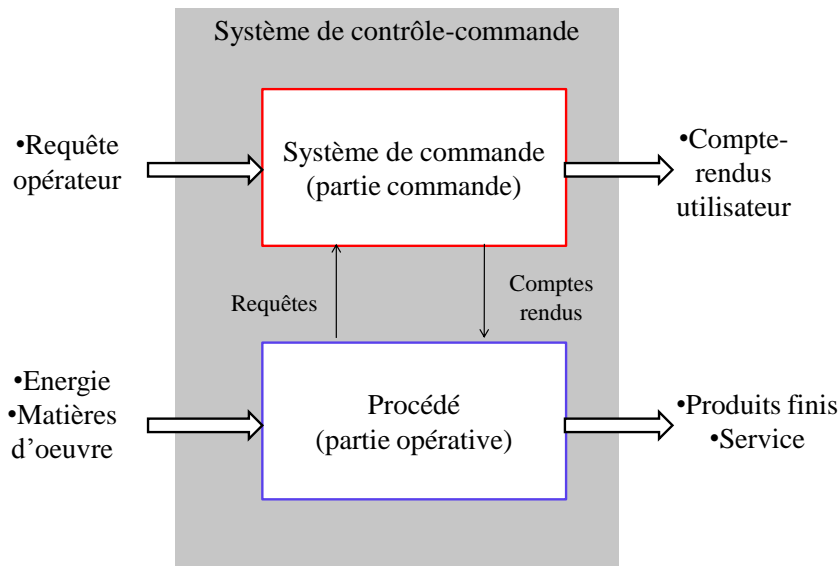
---

<sup>5</sup> OT = « *Operational Technologies* » (voir liste des abréviations)

<sup>6</sup> IT = « *Information Technologies* » (voir liste des abréviations)

- Définition « *Operational Technologies* » (OT)

Désigné par l'acronyme OT (« *Operational Technologies* » ou technologies opérationnelles en français), un système de contrôle commande est un système matériel et logiciel qui permet d'assurer la surveillance et la maîtrise d'un procédé de production de produits ou services.



**Figure II-1 : Organisation d'un système de contrôle-commande (Vidril, 1995)**

La **Figure II-1** représente le schéma fonctionnel d'un système OT composé d'une partie opérative (PO) et d'une partie commande (PC). Le procédé ou partie opérative (PO) (Sindjui, 2014) désigne l'ensemble des systèmes matériels permettant au système industriel de fabriquer les produits finis ou de fournir des services. Différents composants peuvent être énumérés dans cette catégorie : les actionneurs (moteurs, pompes), les effecteurs (bras manipulateurs, ascenseurs), les capteurs (boutons marche/arrêt, capteurs de température). La partie opérative (PO) consomme de l'énergie et des matières premières fournies par le milieu extérieur et les transforme en produits finis ou semi-finis et/ou services.

Le système de commande ou la partie commande (PC) (Sindjui, 2014) sert de relais entre l'opérateur et le procédé de production de biens et services. Cette partie peut être mécanique, électronique ou autre. Sa fonction est de décharger l'opérateur d'une grande partie du travail de contrôle. Elle permet d'envoyer des consignes ou requêtes à destination du procédé ou de la partie opérative (PO) à partir de la consigne globale fournie par l'opérateur. Elle permet également de générer des comptes-rendus grâce à la remontée d'informations provenant du procédé (état de la partie opérative ou de son environnement). Pour exemple, les composants qui font partie de cette catégorie sont les automates programmables industriels.

La **Figure II-2** permet d'illustrer et de situer les différents composants des parties opératives et commandes au sein d'un site industriel. Deux de ces composants sont ici détaillés (en souligné sur la **Figure II-2**) car les termes sont réutilisés par la suite :

- ✓ **Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA<sup>7</sup>)** (Wiles et al, 2008) : Il s'agit d'un système logiciel qui permet de surveiller et commander un procédé industriel. Pour cela, le système collecte et traite des données en temps réel provenant de la partie opérative.
- ✓ **Programmable Automation Controller (PAC<sup>8</sup>), Programmable Logical Controller (PLC<sup>9</sup>) & Controllers** (Bergougnoux, 2004) : Les sigles désignent des automates et des contrôleurs industriels. Ce sont des dispositifs électroniques permettant de commander, mesurer et contrôler tout ou partie d'un procédé industriel ou le fonctionnement de machines.
- ✓ **Human Machine Interface (HMI<sup>10</sup>)** (Schneider Electric, 2008) : L'interface homme-utilisateur est un écran installé au pied d'une machine ou d'une installation permettant à un opérateur d'en commander et surveiller le fonctionnement. La commande se traduit par une action parfaitement définie (exemple : arrêt de production ou modification de données). En retour, la machine ou l'installation émet une information lisible sur l'interface homme-utilisateur pour renseigner sur la bonne exécution ou non de cette action.
- ✓ **Alternative Current Drives (AC Drives<sup>11</sup>)** (Schneider Electric, 2008) : La traduction en français est variateur de vitesse à courant alternatif. Un variateur est un convertisseur d'énergie dont le rôle consiste à moduler l'énergie électrique fournie au moteur. Il assure une mise en vitesse et une décélération progressive. Il permet une adaptation précise de la vitesse aux conditions d'exploitation.



**Figure II-2 : Illustrations de composants de la partie opérative (PO) et partie commande (PC) d'un système de contrôle-commande (Schneider Electric, 2008)**

<sup>7</sup> SCADA : « *Supervisory Control and Data Acquisition* » (voir liste des abréviations).

<sup>8</sup> PAC : « *Programmable Automation Controller* » (voir liste des abréviations).

<sup>9</sup> PLC : « *Programmable Logical Controller* » (voir liste des abréviations).

<sup>10</sup> HMI : « *Human Machine Interface* » (voir liste des abréviations).

<sup>11</sup> AC Drives : « *Alternative Current Drives* » (voir liste des abréviations).



Des acteurs spécifiques sont nécessaires pour faire fonctionner et utiliser les systèmes OT tels que présentés sur la **Figure II-2**. Ces acteurs sont dits les « *acteurs OT* ». Dans le cas des entreprises manufacturières ou mettant en œuvre des processus industriels, le responsable production planifie les opérations et les ressources de la partie opérative (PO) (cf. **Figure II-2**). Son objectif est de satisfaire les commandes des clients. Par ailleurs, en phase d'évolution des systèmes OT, le responsable de maintenance propose des modifications sur les machines, installations en zone opérative ou sur le « *SCADA* » et « *PAC, PLC & Controllers* » de la partie commande (PC). Ceci permet d'anticiper la rupture de services en phase d'exploitation.

- Définition « *Information Technologies* » (IT)

La partie commande (Vidril, 1995) est associée à une couche logicielle et matérielle de supervision utile aux exploitants des installations industrielles. Des observations synthétisées par la couche commande permettent de suivre le déroulement des opérations. A l'ère d'Internet et du « *Personal Computer* », les informations sont des éléments essentiels pour les entreprises fabriquant des produits ou générant des services. Ces dernières acquièrent et traitent des informations pour planifier et contrôler leurs propres activités, pour documenter leurs propres opérations et pour évaluer leurs performances. Les systèmes d'informations sont tous les outils qui permettent de gérer l'acquisition et le traitement des informations d'entreprise. Ces systèmes (Bracchi et al, 2009) comprennent l'ensemble des informations utilisées, produites et transformées par une entreprise pendant le déroulement de ses processus, les modalités utilisées pour la gestion des dites informations et les ressources, humaines et technologiques impliquées. Les systèmes d'informations peuvent être au service d'une grande diversité de métiers dans une entreprise (Brongniart, Fally et Treyer, 2010): la direction marketing, commerciale, le service client, l'administration des ventes, la production (de biens ou de services), la logistique, les achats ou encore les fonctions supports (gestion administrative, la finance, le contrôle de gestion, les ressources humaines, la qualité, l'environnement, le juridique). Dans le cadre de ce travail de thèse, le périmètre d'intérêt se limite aux systèmes d'information gérant les informations utilisées, produites et transformées par les métiers de la production et de la logistique regroupant les activités telles que : production de biens/services, la distribution du produit, la gestion des bâtiments et infrastructures utiles à la production de biens/services. Dans le cadre de la convergence IT OT, ces systèmes sont de plus en plus connectés avec les systèmes de contrôle-commande décrits ci-avant. Ces derniers seront appelés les systèmes d'information de gestion opérationnelle (ou IT) parmi lesquels :

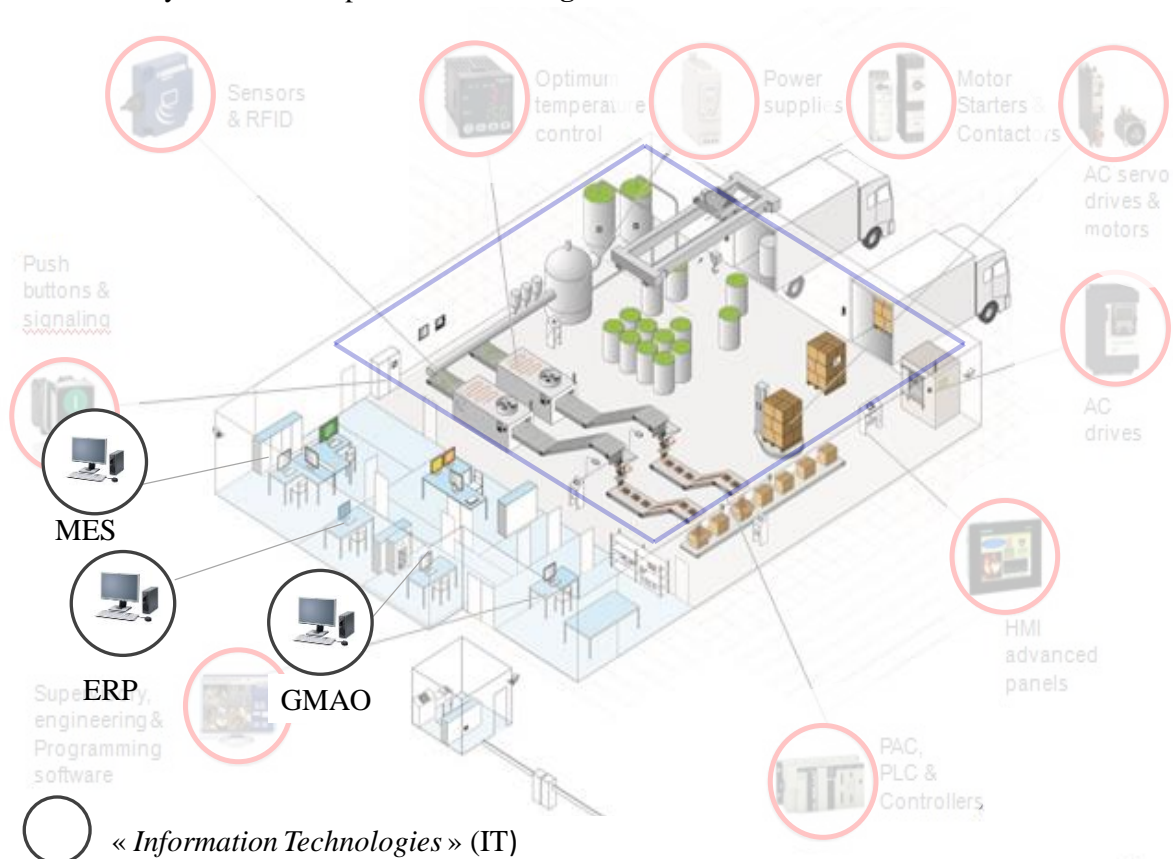
- ✓ **L'ERP<sup>12</sup> (Entreprise Resource Planning)** (Laudon et al, 2010) est un ensemble de modules logiciels qui supportent la planification et le contrôle de toutes les ressources d'une entreprise : humaines, matérielles, financières. L'ERP possède également une base de données centralisée pour permettre l'échange de données entre modules logiciels et des applications tiers d'entreprise. La présente étude se limite au module en lien direct avec les systèmes de contrôle-commande à savoir le module de production. Il permet d'échanger des données ou informations telles que : des ordres de production, des états de production de biens ou services, des états de niveaux de stocks (produits finis ou semi-finis, des matières premières, des pièces de rechange pour la maintenance).

---

<sup>12</sup> ERP : «*Enterprise Resource Planning*» (voir liste des abréviations)

- ✓ **La GMAO<sup>13</sup> (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur)** (Blondel, 2007) permet de suivre les actions de maintenance (maintenance corrective), de planifier les actions à effectuer (maintenance préventive) et d'anticiper les actions de maintenance à exécuter sur les différents composants du système de contrôle-commande (maintenance prédictive).
- ✓ **Le MES<sup>14</sup> (Manufacturing Executive Systems)** (Blondel, 2007) a pour but d'industrialiser le produit constitué et produit les gammes de fabrication à partir des données géométriques du produit, des nomenclatures, des technologies et des ressources de l'entreprise. Il peut permettre également de gérer les actions qui concourent à la qualité.

Ces différents systèmes sont représentés sur la **Figure II-3**.



**Figure II-3 : Illustrations des composants IT au sein d'un site industriel**

Comme les systèmes OT, les systèmes IT nécessitent des acteurs spécifiques pour assurer leur conception, leur modification et leur exploitation. Pour illustration, la Direction des Systèmes d'Informations (DSI) est une fonction d'entreprise qui gère la politique informatique. Le rôle de la DSI consiste à donner les directives concernant les accès au réseau informatique de l'entreprise. Elle liste donc les préconisations concernant l'achat d'applications informatiques. Le responsable informatique, quant à lui, met en place, administre et modifie les infrastructures et les applications informatiques. Ces opérations respectent les directives formulées par la DSI. De la même manière que pour l'OT, les acteurs associés aux technologies IT seront appelés « *acteurs IT* ».

<sup>13</sup> GMAO : Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (voir liste des abréviations).

<sup>14</sup> MES : « *Manufacturing Executive System* » (voir liste des abréviations).

### ***1.1.3 Discussions autour des définitions « Operational Technologies » et « Information Technologies » : positionnement du MES***

La délimitation entre les deux types de technologies est accréditée par un grand nombre d'industriels et de scientifiques. De façon unanime (Harp et Gregory-Brown, 2015 ; Haider et al, 2010 ; Taylor, 2013), le « SCADA », les « PAC, PLC & Controllers » sont placés dans la catégorie OT. Pour rappel, ces sigles ont été définis dans la section précédente.

La position du MES reste toutefois controversée. Des discussions informelles auprès de fournisseurs d'automatismes industriels ont mis en exergue cette controverse. Certains industriels positionnent le MES dans l'IT en prenant comme argument sa position géographique dans l'usine. En effet, le MES peut être utilisé dans des bureaux loin de l'usine pour assurer des fonctions non soumises à des exigences de temps réel. Le SCADA, quant à lui, se situe dans des salles attenantes à la production pour gérer des fonctions soumises à des exigences de temps réels. La frontière IT OT se situerait donc entre le SCADA et le MES. D'autres industriels positionnent le MES dans l'OT en considérant son champ d'exploitation. En effet, l'ERP est utilisé pour assurer des fonctions globales d'entreprise (ressources humaines, production, finances par exemple) tandis que le MES permet de gérer les activités spécifiques d'exécution en production. Dans ce cas, la frontière IT OT se situerait entre l'ERP et le MES. Hameed (2016) place le MES dans « un monde entre deux » c'est-à-dire entre le monde OT et le monde IT. Atos (2012) tranche davantage en plaçant le MES dans l'OT. Pour Atos, le MES fait partie de l'ensemble des appareils et des processus qui agissent en temps réel sur des systèmes physiques opérationnels comme des réseaux de distribution d'électricité, des usines de production d'automobiles ou encore des infrastructures (Atos, 2012). D'un autre côté, Rockwell Automation (2015) place le MES dans la catégorie « solutions et services IT ».

La norme internationale ISA 95 constitue une aide pour délimiter les frontières de l'IT et de l'OT. Dans cette norme sont décrits les différents niveaux des processus implémentés dans une entreprise de production de biens. Un des niveaux définis regroupe les activités telles que :

- ✓ La planification à court-terme de la production (échelle de temps de l'ordre de l'heure) et envoi d'ordres de production.
- ✓ L'allocation et le contrôle des ressources de production comme les équipements, les composants, la matière première, les opérateurs en fonction de l'envoi d'ordre de production.
- ✓ La traçabilité des activités de production en progression et collecte et acquisition de données.
- ✓ La gestion de la qualité.
- ✓ L'analyse des performances de production en suivant des indicateurs préalablement définis.
- ✓ La gestion et planification des actions de maintenance.

ISA 95 précise qu'un système typique implémenté pour ce niveau est le MES. Or, comme énoncé précédemment, l'appellation IT désigne les systèmes d'information gérant les informations utilisées, produites et transformées par les métiers de la production et de la logistique regroupant les activités telles que : la production de biens/services, la distribution du produit, la gestion des bâtiments et infrastructures utiles à la production de biens/services. Les activités décrites ci-avant sont gérées par le MES. Le positionnement du MES dans les fonctions IT a donc du sens. Pour le reste du travail de thèse, ce positionnement du MES dans l'IT sera conservé.

### 1.1.4 Positionnement des fournisseurs d'automatismes industriels par rapport aux « Information Technologies » et « Operational Technologies »

La représentation d'un macro-processus (Brandenburg et Wojtyna, 2003) permet de décrire les finalités et missions générales d'une entreprise. Elle peut donc être employée pour définir le rôle des fournisseurs d'automatismes industriels par rapport aux différentes phases du cycle de vie des technologies OT et IT. Le modèle en **Figure II-4** a été élaboré après des entretiens à Schneider Electric auprès de :

- Quatre chefs de projet en Recherche et Développement.
- Deux chefs de projet en innovation.
- Un responsable de production.
- Un directeur d'un site industriel.

Le modèle a été corroboré par des documents (Siemens, 2016 ; Rockwell Automation, 2015) explicitant les missions d'entreprises concurrentes.



**Figure II-4 : Représentation du macro-processus des fournisseurs d'automatismes industriels**

Ainsi, les fournisseurs de solutions d'automatismes industriels proposent leur expertise dans la conception, la fabrication, le test et la mise en service des technologies OT sur les sites industriels des clients. L'ensemble de ces activités sont les différentes phases du cycle de vie des technologies OT. En phase de conception, les fournisseurs OT étudient le marché afin de comprendre les besoins des différentes entreprises clients et ainsi concevoir des systèmes répondant à leurs exigences. Par ailleurs, un catalogue de produits est mis à disposition du marché. Les clients peuvent s'appuyer sur ce dernier pour passer des commandes. Si les besoins sont spécifiques, ces derniers ont également la possibilité de lancer des appels d'offre auxquels répondent les fournisseurs d'automatismes industriels. Dans ce dernier cas, les fabricants de systèmes OT proposent une architecture de composants OT répondant aux exigences spécifiées dans l'appel d'offre. A cette proposition est associé un prix. Le client fait ensuite son choix entre les différentes propositions des différents fournisseurs OT concurrents sur cet appel d'offre. Pour la phase de fabrication, les fournisseurs de systèmes OT commandent des matières premières à leurs propres fournisseurs. Ces derniers sont, par exemple, des fournisseurs de composants et cartes électroniques ou encore des fabricants de boîtiers plastiques, de boutons poussoirs ou

d'écrans. La durée de déploiement de l'ensemble des activités du macro-processus dépend de la complexité des produits ou solutions proposés. Elle peut varier entre un et trois ans.

Schneider Electric, ABB, Siemens, Emerson, Rockwell Automation sont considérés comme les principaux acteurs mondiaux pour la conception et commercialisation de solutions OT. Ils sont concurrents dans le domaine de l'automatisme industriel.

### 1.1.5 Définition de la convergence IT OT

Les deux types de technologies décrits dans la section précédente sont en train de « converger ». Gartner Group, entreprise américaine de conseil et de recherche dans le domaine des technologies de l'information a, le premier, évoqué l'existence d'une convergence. Dans une note de presse de Gartner datant du 16 mars 2011, Pettey (2011) écrit : « *IT leaders who are impacted by the convergence of IT and OT platforms should consider the value and risk of pursuing alignment between IT and OT, as well as the potential to integrate the people, tools and resources used to manage and support both technology areas.* » Gartner (2012) propose ensuite une définition de cette convergence. Selon cette entreprise, il s'agit d'un phénomène de transformation ciblant les systèmes IT et OT. Cette transformation signifie :

- Une intégration des processus de gestion des deux systèmes.
- Un échange de flux d'informations entre les deux systèmes.

Cette proposition de définition met en exergue une double convergence : humaine et technique. La convergence humaine concerne les personnes intervenant dans le déploiement des processus de gestion des solutions IT et OT. La dimension technique cible les outils permettant les échanges d'informations entre entités OT et IT.

Selon Atos (2012), les processus de gestion des systèmes IT et OT englobent les activités de :

- Choix des technologies, politiques et procédures concernant l'IT et l'OT.
- Définition des indicateurs de performance.
- Définition des responsables IT et OT (respectivement CIO<sup>15</sup> (« *Chief Information Officer* ») et COO<sup>16</sup> (« *Chief Operating Officer* »)).

Cette notion de convergence a été reprise par d'autres auteurs au travers de publications industrielles :

- Un fournisseur d'automatismes industriels, Rockwell Automation (2015), propose la définition suivante : « *More devices, or things, are gaining the ability to communicate using the same network technology as the Internet by using Internet protocol supported by industrial protocols like EtherNet/IP™. These connected things provide a better understanding of complex processes and adapt to changes quickly as smart machines.* » Rockwell Automation (2015) propose de concevoir la convergence comme une ouverture des composants OT aux systèmes IT par le biais de nouvelles technologies de communication. L'envoi de données des systèmes OT vers l'IT permet d'analyser ces données afin de surveiller et adapter les processus mis en place au sein de l'entreprise industrielle. Ainsi, cette définition apporte des précisions sur la dimension technique de la convergence.
- Le journal industriel « *O'Reilly Radar* » (Bruner, 2014) propose de définir la convergence comme « *the intersection of real and virtual* » c'est-à-dire « *the idea that through sensors, networks and intelligent machines, information can move fluidly between software and the physical world* ». Le mot « *software* », traduit par le terme « *logiciel* », fait ici référence à l'IT.

---

<sup>15</sup> CIO : « *Chief Information Officer* » (voir liste des abréviations).

<sup>16</sup> COO : « *Chief Operating Officer* » (voir liste des abréviations).

The « *physical world* », traduit par le « *monde physique* », est associé à l'OT. Ainsi, cette définition renforce une partie de la proposition de Gartner. Cette dernière perçoit la convergence comme des flux d'informations entre l'IT et l'OT.

- Le cabinet d'audit PwC (2014) conçoit la convergence comme des « *connections between business, operations, data and people* ». Les termes « *business* », « *operations* » et « *people* » soulignent une intégration des processus de gestion de l'IT et l'OT. Les connections évoquées impliquent des personnes. Celles-ci collaborent pour gérer des opérations de gestion des systèmes IT et OT. Cette définition rejoint donc l'aspect organisationnel et humain soulevé par la définition de Gartner.

La littérature industrielle démontre donc la présence de deux domaines de convergence :

- Technique : les composants définis comme faisant partie de l'OT (« *SCADA* », « *PAC, PLC & Controllers* ») et faisant partie de l'IT (ERP, MES, GMAO) tendent désormais à échanger de plus en plus de données.
- Humaine : Les métiers des fonctions OT et IT collaborent.

Le but est ici de clarifier les périmètres et hypothèses de travail de la recherche. Ainsi, une définition de la convergence IT OT propre à cette thèse est proposée. Cette définition a été étayée grâce à des entretiens auprès de huit ingénieurs travaillant pour le service Recherche et Développement, marketing et production au sein de Schneider Electric, fournisseur de composants OT. Elle a également été présentée à un expert mondial des automatismes industriels : Jim Pinto. Jim Pinto (2016) est un ingénieur en électronique. Il a fondé l'entreprise « *Action Instruments* ». Il est désormais reconnu mondialement en tant que consultant, analyste et auteur d'ouvrages sur les automatismes industriels.

Voici la définition de la convergence en question :

**La convergence IT OT signifie :**

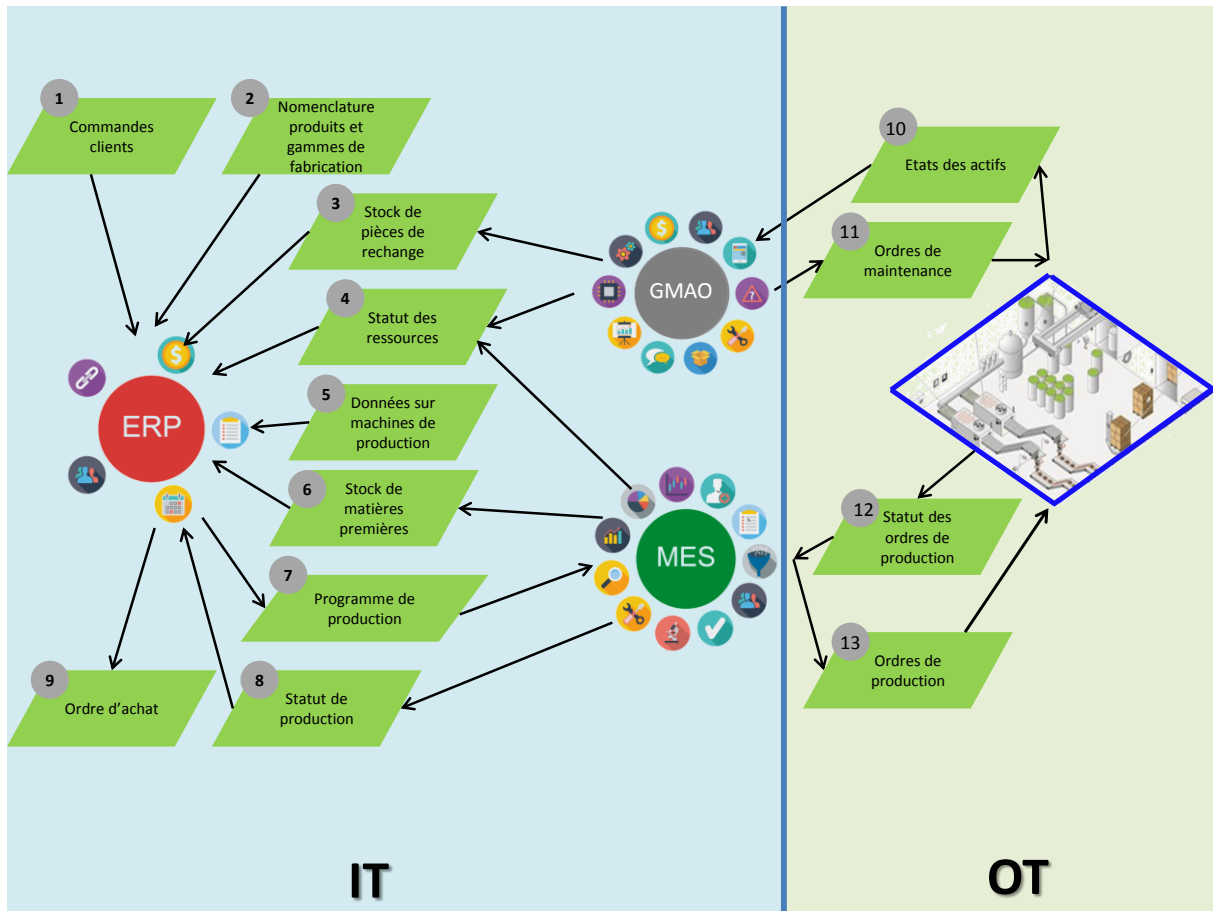
- **Une convergence technique** : un échange de données entre l'IT et l'OT, lorsque les deux systèmes sont en fonctionnement, pour le contrôle et la maîtrise des étapes du processus de production de biens ou services, ainsi que pour le contrôle et la maîtrise des ressources humaines, matérielles et financières de l'entreprise.
- **Une convergence humaine** : une communication voire une collaboration entre les personnes considérées comme ressources pour concevoir, mettre en service et connecter les deux systèmes technologiques IT et OT.

La convergence IT OT a été définie. Il est désormais possible d'illustrer chacune des composantes de ce phénomène : convergence technique et convergence humaine.

- **La convergence technique**

Tout d'abord, un schéma de flux de données entre les différentes fonctions permet d'exemplifier la convergence technique. Ce modèle de flux de données est représenté sur la **Figure II-5**. Il a été établi à partir d'interviews clients réalisées dans 14 entreprises réparties dans les trois segments de marché: entreprises manufacturières, entreprises mettant en œuvre des processus industriels, infrastructures. Cette représentation est valable pour l'ensemble des entreprises comprises dans ces différents segments. Cependant, certains types de données ou certaines applications IT sont spécifiques à un

segment. Par exemple, la fonction MES et le type de données « *Nomenclature produits et gammes de fabrication* » sont exploités uniquement dans les entreprises manufacturières. La description de ces flux de données est donnée dans le **Tableau I-1**.



**Figure II-5 : Représentation des flux de données entre l'IT et l'OT**

Les différents flux de la **Figure II-5** sont détaillés dans le **Tableau II-1** ci-dessous.

**Tableau II-1 : Description des flux de données échangées entre l'OT et l'IT**

N° flux	Titre du flux	Description du flux
1	Commandes clients	Les commandes clients (fermes ou prévisionnelles) sont saisies par le biais de la fonction CRM <sup>17</sup> (« <i>Customer Relationship Management</i> »). Cette fonction est généralement intégrée à l'ERP. Elle gère toutes les transactions commerciales avec les entreprises clientes (Bracchi et al, 2009). Elle enregistre les caractéristiques des commandes : la date de livraison souhaitée, la quantité de produits, la référence du produit ou le type de service.
2	Nomenclature produits et gammes de fabrication	Ces deux données « <i>nomenclature</i> » et « <i>gammes de fabrication</i> » constituent des points d'entrée pour la fonction ERP. La nomenclature permet de classifier les composants d'un produit fini. Les gammes de fabrication décrivent toutes les phases d'élaboration d'un produit jusqu'à l'étape de stockage du produit fini. Ces informations sont utiles uniquement pour les industries manufacturières.

<sup>17</sup> CRM = «*Customer Relationship Management*» (cf liste des abréviations).

3	Stocks de pièces de rechange	Les stocks de pièces de rechange sont les stocks de pièces utiles pour exécuter les actions de maintenance préventive ou curative sur les machines ou installations en zone de production (pour les segments des entreprises manufacturières ou mettant en œuvre des procédés industriels) ou sur le lieu de livraison du service (pour le segment de marché des infrastructures). Il s'agit d'une donnée d'entrée pour la fonction ERP.
4	Statut des ressources	Le statut des ressources regroupe le statut des ressources matérielles ou humaines. Cela peut par exemple comprendre la disponibilité sur une période de temps $t$ de la machine, du personnel, de l'outillage spécifique pour la production (ex : moule). Ce statut est une donnée d'entrée de la fonction ERP qui permet de recalculer sur une échelle de temps donnée (jour ou semaine) le programme de production (correspondant au programme de production). Pour alimenter le calcul sont utilisés trois types de données : « <i>état des actifs</i> », « <i>statut de production</i> » et « <i>statut ordre de production</i> ». Ces données sont générées par le MES et par la GMAO. Ainsi, le calcul de la disponibilité d'une installation peut, par exemple, s'effectuer en tenant compte des arrêts machines, des produits restants à fabriquer par rapport à l'ordre de production, des défauts qualité du produit fini.
5	Données sur machines de production	Des acteurs internes aux entreprises clientes ou les constructeurs de machines renseignent les données d'exploitation des machines et/ou installations dans le PLM. La fonction PLM <sup>18</sup> (« <i>Product Life Cycle Management</i> ») est généralement intégrée à l'ERP. Elle permet de gérer la documentation technique et les informations d'un produit fini et des procédés de production le long du cycle de vie du produit ou du procédé (Bracchi et al, 2009). Les données saisies regroupent les modes opératoires, les programmes d'automates programmables industriels ou encore les schémas de câblage. Elles peuvent être utilisées pour exécuter des actions de maintenance (préventive ou curative) ou pour définir des modes opératoires à destination des opérateurs de la machine ou de l'installation.
6	Stock de matières premières	Les stocks de matières premières sont les stocks de matières après la phase d'approvisionnement de matières et avant la phase de production (transformation ou assemblage de la matière). Le niveau de stocks est une donnée d'entrée de l'ERP. Cette donnée peut être mise à jour par le MES en fonction du statut réel des ordres de production programmés.
7	Programme de production	Le programme de production découle du plan directeur de production (PDP). Le PDP est le programme prévisionnel à long terme (à un horizon le plus souvent compris entre 12 et 18 mois). Il tient compte des stocks de matières premières, des en-cours et des ressources humaines ou matérielles (personnel, machines, installations). Son objectif est de déterminer pour chaque famille de produits les quantités à produire et les dates de fin de production. Le plan directeur est le résultat d'une négociation entre les différentes fonctions de l'entreprise pour mettre en accord les objectifs commerciaux, techniques et financiers. Ce PDP est ensuite transformé en programme de production. Il permet de planifier les activités de production sur une échelle plus courte (1 mois) et ce, par article et non par famille de produits. Les calculs sont donc plus précis. Ils déterminent (Blondel, 2007): les volumes à fabriquer, les effectifs, les qualifications requises, les horaires prévisionnels de travail, les recours à la main d'œuvre temporaire, la

<sup>18</sup> PLM = « *Product Life Cycle Management* » (voir liste des abréviations).



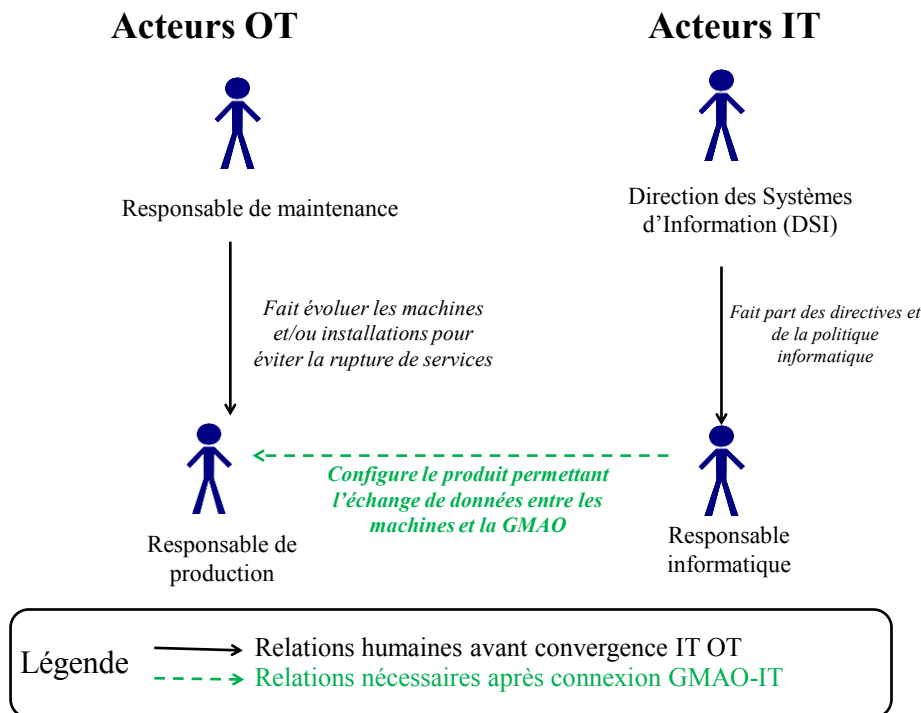
		sous-traitance pour certaines lignes de produits, les investissements nécessaires (achats de machines,...), les approvisionnements en composants et matières premières.
8	Statut de production	Le statut de production est une donnée concernant le produit ou le procédé. Ces données sont du type : produit en défaut/produit conforme, produit en cours de test, produit en cours d'assemblage, nombre de tests effectués sur le produit. Ces données sont collectées par les fonctions OT. Elles constituent des données d'entrée pour la fonction MES. Le MES calcule ensuite des indicateurs tels que les taux de rebuts de produits. Les données brutes sont également envoyées à l'ERP.
9	Ordre d'achat	Les ordres d'achats sont générés par la fonction ERP en fonction du niveau des stocks de matières premières, du niveau de stocks de pièces de rechange et du programme de production.
10	Etat des actifs	Le statut des actifs liés à la fonction production (machines/installations) regroupe : le temps de fonctionnement des machines et installations et l'état de la machine ou de l'installation (en panne ou en fonctionnement).
11	Ordres de maintenance	Un ordre de maintenance spécifie les actions de maintenance à réaliser ainsi que l'outillage nécessaire. La maintenance peut être de trois types (curatif, préventif ou prédictif). Le type de donnée « <i>statut des actifs</i> » engendre des actions de maintenance curative ou préventive. La machine ou l'installation est en panne. Il faut réparer en urgence en vue de corriger un dysfonctionnement (curatif). Le temps de fonctionnement machines excède une valeur seuil fixée. Il faut inspecter le matériel (préventif).
12	Statut des ordres de production	Lorsque la production commence, un certain nombre de variables sont tracées et permettent de définir le statut d'un ordre de production : <ul style="list-style-type: none"> <li>• La date de début de production.</li> <li>• La quantité d'articles à produire programmée.</li> <li>• Les consommations de composants liées au statut des stocks de matières premières ou des pièces de rechange.</li> <li>• Les temps passés à produire.</li> <li>• Les coûts divers liés par exemple à une action non planifiée (transport pour éviter une rupture de stock).</li> <li>• Les déclarations de production (à savoir les entrées en stock du ou des produits de l'ordre de production)(Blondel, 2007).</li> </ul> Cet ensemble de données est collecté à partir des machines, installations ou saisies par les acteurs de l'entreprise. Elles proviennent de l'OT et viennent renseigner la fonction MES.
13	Ordres de production	Un ordre de production spécifie le code article, la quantité nécessaire et le délai souhaité. Cet ordre est souvent retranscrit par un bon de travail physique (feuille de papier) qui permet de suivre le statut de l'ordre de production. L'ordre de production est généré par la fonction MES à partir du programme de production établi par la fonction ERP.

La convergence technique entre l'IT et l'OT telle que définie ci-avant est supposée permettre un meilleur pilotage des processus métiers OT (Atos, 2012). L'efficacité de cette convergence est conditionnée par l'alignement entre la modélisation des processus métiers OT et leur implémentation au sein des systèmes IT. Des théories existent pour faciliter cet alignement opérationnel. Les travaux

d'Ulmer et al (2012) en sont une illustration. Les auteurs proposent une méthode pour assurer une cohérence dans le temps entre les processus OT, amenés à évoluer dans le temps, et l'IT.

- **La convergence humaine**

Les définitions de l'IT et de l'OT ont montré que chaque système technologique est associé à des types d'acteurs spécifiques. Ainsi, la convergence technique, illustrée en **Figure I-5** induit une convergence humaine. Un exemple de cette convergence est représenté en **Figure II-6**.



**Figure II-6 : Exemple de convergence humaine pour permettre la connexion entre les machines et la GMAO (Bonnetto et al, 2016)**

Les acteurs OT sont interreliés. Dans le cas de la **Figure II-6**, le responsable de maintenance propose ses services à la fonction production afin d'améliorer un indicateur de performance clé : la continuité de services. Les acteurs IT sont en relation. La Direction des Systèmes d'Information (DSI) informe son responsable informatique de la politique d'entreprise adoptée. La connexion entre les installations et le GMAO impose d'installer un produit permettant l'échange de données. Les flux de données considérées sont « *Etat des actifs* » et « *Ordres de maintenance* » (voir **Figure II-5**). La configuration de ces échanges est réalisée par le responsable informatique. Ce dernier connaît la politique d'accès au réseau informatique et est capable d'anticiper les failles liées à la cyber-sécurité. Il s'agit d'un service rendu au responsable de production qui est alors capable d'anticiper les ruptures de service de ses installations. Cette nouvelle connexion est représentée en pointillé sur la **Figure II-6**.

## 1.2 Conséquences de la convergence et énoncé du problème de thèse

### 1.2.1 Avantages et menaces liés à la convergence IT OT

La convergence IT OT, à savoir le fait de favoriser un échange de données entre les systèmes technologiques IT et OT, ainsi que la collaboration entre les organisations humaines IT et OT, sont sources de bénéfices pour les entreprises clientes des fournisseurs d'automatismes.

Selon certaines entreprises comme Atos (2012), Rockwell Automation (2015) ou encore NexDefense (Harp et Gregory-Brown, 2015), les avantages liés à la convergence IT OT peuvent être résumés comme suit :

- **Meilleure maîtrise des coûts** : une meilleure connaissance des coûts relatifs aux différents processus d'entreprises (matières premières, consommation énergétique, main d'œuvre), grâce aux transferts de données entre entités IT et OT, permet de mieux anticiper les dépenses et ainsi de mieux les maîtriser. Par ailleurs, l'échange de données est facilité par l'utilisation de mêmes standards technologiques pour OT et IT et la collaboration est permise par une mise en commun de tout ou partie des organisations IT et OT. Ces changements permettent une réduction des coûts.
- **Réduction des risques** : Avant de converger, les systèmes technologiques IT et OT étaient physiquement séparés. Cette délimitation (Duca, 2016) permettait de considérer le système OT comme sécurisé. L'échange de données entraîne une menace pour les systèmes OT. Celle-ci est liée à la cyber sécurité. Un processus de gestion de la sécurité doit alors être déployé. Mutualiser les ressources humaines et technologiques entre l'OT et l'IT permet d'adresser de façon collaborative la problématique de réduction des risques. Le domaine de compétences du personnel IT permet d'aider les acteurs de l'OT dans cette tâche. Il s'agit, par exemple, de segmenter le système technologique OT en fonction du profil de risque lié à la cyber-sécurité. Ainsi, chaque fonction du système OT est associée à un niveau spécifique d'exigences liés à la gestion de la cyber-sécurité. Cette association permet de contrôler les utilisateurs et les applications employées pour accéder au système OT.
- **Augmentation des performances** : L'échange de données entre l'OT et l'IT permet un meilleur suivi et contrôle des activités de production de l'entreprise. Le personnel OT peut, ainsi, mettre en exergue des dérives potentielles afin de corriger les processus sous contrôle de façon proactive. Par exemple, le suivi des activités de production consiste à surveiller des indicateurs tels que : la continuité de service du procédé industriel, le « *Time To Market* », la consommation énergétique, le taux de rebuts. Le journal industriel « *Fortnightly* » corrobore cet aspect (Taylor, 2014) : « *IT/OT convergence enables distribution organizations to keep external stakeholders better informed about their electric service* ». Cette description souligne la valeur apportée par la convergence, à savoir un gain de connaissances sur le fonctionnement du système observé. L'échange de données entre l'OT et l'IT permet l'élaboration d'informations.

L'énumération de ces bénéfices permet de comprendre pourquoi les fournisseurs d'automatismes industriels désirent concevoir, développer et commercialiser des produits et services qui facilitent la connexion entre les entités IT et OT chez leurs clients. Les bénéfices énumérés ci-avant impliquent une probabilité plus importante pour les fournisseurs d'automatismes de générer des bénéfices financiers pour leurs clients.

Or, cette convergence présente également des menaces concernant :

- **La sécurité des données** (Atos, 2012): connecter les composants technologiques OT à des réseaux informatiques ouverts sur Internet fait émerger des failles potentielles de cyber-sécurité. Mais la convergence humaine entre les acteurs OT et IT permet de mutualiser les ressources et compétences pour faire face aux failles de cyber-sécurité.
- **Les perturbations du fonctionnement des systèmes** (Harp et Gregory-Brown, 2015) : des expériences industrielles montrent que les applications informatiques IT peuvent être la cause de pannes sur le système OT. Ces pannes impactent la continuité de services du processus de production.

### *1.2.2 Perturbations organisationnelles liées à la convergence IT OT*

Cette tendance de convergence a de nombreux impacts sur l'organisation des entreprises clientes (Atos, 2012 ; Rockwell Automation, 2016). Ces changements organisationnels peuvent être à l'origine de rejets ou de réticences liés à un concept de produit ou service. Un rejet signifie un refus d'investissement, de prescription ou d'utilisation. Les fournisseurs d'automatismes industriels éprouvent alors des difficultés à élaborer des concepts qui soient ensuite adoptés par leurs entreprises clientes. Les paragraphes suivants illustrent les impacts organisationnels et les potentiels rejets associés dans le cas spécifique de la convergence (Harp et Gregory-Brown, 2015) (Atos, 2012).

- **Evolution des fonctions et compétences**

Les systèmes technologiques IT et OT convergent. L'administration des infrastructures industrielles connectées à l'IT est de plus en plus conjointement assurée par les fonctions IT et OT. Or, les professionnels du monde de l'IT ont suivi des études supérieures commerciales ou tournées vers les sciences informatiques tandis que les métiers de l'OT proviennent d'écoles techniques avec des enseignements orientés vers le monde de l'industrie. Ainsi, pour faciliter le partage des responsabilités, les entreprises industrielles ont besoin de créer de nouvelles fonctions disposant de compétences transversales au monde IT et OT.

Cette différence de fonctions et compétences peut générer des freins à l'innovation. Le système technologique OT est destiné à être connecté au système IT le rendant ainsi plus vulnérable à des attaques du réseau. Par ailleurs, les acteurs IT ont atteint un niveau de compétences suffisant pour gérer les problématiques de sécurité informatique contrairement aux acteurs OT. Les acteurs OT peuvent se sentir moins indispensables et donc percevoir leur fonction au sein de l'entreprise comme étant en danger. Or, la littérature montre que la peur du risque génère un comportement de rejet par rapport aux nouveaux produits ou services proposés (Akrich et al, 1988 ; Pantin-Sohier et al, 2012). Les acteurs OT peuvent alors rejeter le concept d'offre proposé pour la connexion IT-OT.

La **Figure II-6** permet d'illustrer ce phénomène de rejet. Cette dernière représente des acteurs OT : le responsable de production et le responsable de maintenance. Ils souhaitent connecter les machines et installations (OT) à la GMAO (IT) en vue d'augmenter les performances des activités de production. Cette connexion implique des risques liés à la cyber-sécurité pour la partie OT. Or, seuls les acteurs IT (responsable informatique et DSI) disposent des compétences nécessaires pour assurer la sécurité informatique des machines connectées et des données associées. Le responsable de production et de maintenance peuvent alors éprouver des réticences à connecter leurs installations à la GMAO. Les raisons potentielles sont : volonté de maîtrise des actifs OT uniquement par les acteurs OT ou encore sentiment de ne pas être indispensable.

- **Création de processus communs entre l'IT et l'OT**

La collaboration entre les métiers de l'OT et de l'IT a pour objectif de faire communiquer les systèmes technologiques associés et ainsi de tirer profit des bénéfices inhérents à la connexion. Les deux corps de métiers ont donc un but commun. Il convient alors de créer des activités communes pour atteindre ce but. L'entreprise Atos (2012) corrobore cette affirmation : « *IT/OT convergence, i.e. the end-to-end management of IT and OT, successfully implies that IT and OT strategies are harmonized, common governance and process models are installed, security and data are managed centrally and resources are re-skilled to understand and know the requirements of both disciplines.* ». Il est ici question de connecter deux systèmes qui ne communiquaient pas et qui ont des « *exigences* » différentes. La connexion est une mise en commun des processus, des stratégies, des méthodes et infrastructures de gestion des données.

- **Mise en commun de « Key Performances Indicators » (KPI) pour les entités OT et IT**

Les processus sont contrôlés et surveillés grâce à des indicateurs de performance. L'existence de processus communs implique de mettre en place des indicateurs de performance communs.

L'absence de prise en compte de ce besoin de mutualisation des indicateurs de performance peut freiner la diffusion d'une innovation. La continuité de services du processus de production est un indicateur clé pour l'entité OT. La connexion du réseau OT à des infrastructures IT dédiées à la protection du réseau permet de minimiser les risques d'infection par un logiciel malveillant, le vol de données ou les attaques envers des informations détenues par une entreprise industrielle. Comme énoncé précédemment, l'utilisation d'outils informatiques peut être la cause de pannes sur le système OT, impactant alors la continuité de services du processus de production (Harp et Gregory-Brown, 2015). La connexion IT-OT risque donc d'impacter négativement un des indicateurs clés spécifiques à l'OT et donc l'efficacité des missions confiées aux acteurs OT. Un comportement de rejet peut potentiellement être révélé. Par rapport à l'exemple de la **Figure II-6**, le responsable de production peut se montrer inquiet. Des pannes sur son système de production a un impact sur sa capacité à satisfaire les commandes clients.

- **Mise en commun des organisations**

L'intégration des processus et la mise en commun des indicateurs de performance impliquent une restructuration des organisations IT et OT. Cette restructuration signifie :

- ✓ Définir un chef commun pour les deux entités. Celui-ci serait potentiellement dénommé « *IT/OT Chief Officer* ». Sa mission serait de gérer les entités IT et OT pour atteindre un objectif commun à définir.
- ✓ Définir une politique commune avec des règles de fonctionnement communes pour l'entité IT/OT.

Jusqu'à présent, l'IT a eu une organisation centralisée avec un « *Chief Information Officer* » qui imposait la même stratégie et les mêmes standards technologiques pour la globalité de l'entreprise étendue. L'OT, de son côté, a un mode de gestion dépendant des sites de production avec des indicateurs et des infrastructures spécifiques à chaque site. Par conséquent, la nécessité de créer une organisation et des processus communs est perçue par les métiers OT comme un risque de leur disparition au sein de l'organisation IT préexistante et harmonisée. Les acteurs OT résistent donc à la tendance de convergence (Atos, 2012).

Les assertions précédentes laissent supposer que les changements organisationnels occasionnés par l'introduction de nouveaux produits ou services favorisant la convergence IT OT nécessitent d'être considérés pour anticiper les rejets.

### 1.3 Elargissement du contexte

Le besoin de prendre en compte les changements organisationnels pour concevoir de nouveaux produits ou services n'est pas inhérent à la convergence IT OT. La littérature (Harrison et Carrière, 1997) montre que les innovations de façon générale sont à l'origine de ce type de transformations. « *Toute innovation est le produit d'ajustements, de compromis, de négociations, faisant en sorte qu'elle ne peut que rarement s'imposer par ses qualités intrinsèques. Des intérêts divergents interagissent dans une réalité plus ou moins certaine.* ». L'introduction d'une innovation au sein d'un système d'acteurs génère donc des conflits dus aux différences d'intérêts. Les quatre révolutions industrielles permettent d'appuyer cette assertion. Par exemple, l'ère de l'automatisation industrielle émerge avec la troisième révolution industrielle. Dans ce cas, des conflits apparaissent. Les syndicats ouvriers des entreprises industrielles se révoltent pour sauver leur emploi. Ainsi, la rupture est perçue négativement par certains acteurs. Dans le cas de la convergence IT OT ou de l'automatisation, le système d'acteurs considéré fait face à l'introduction d'une innovation radicale qui impose donc une rupture par rapport à l'existant. Le niveau d'intensité d'une innovation permet de poser les limites du contexte à considérer. En effet, une innovation dite « *incrémentale* » consiste à (Le Loarne-Lemaire et Blanco, 2012) « *enrichir l'existant sans pour autant le remettre en cause [...] l'innovation incrémentale ne modifie en rien les règles du jeu et les interactions entre les acteurs sur l'activité considérée.* ». Pour conclure, il est possible de spécifier les caractéristiques générales du contexte du travail de thèse : un concept d'innovation impose une rupture technologique et humaine au sein d'un système d'entreprise. Ainsi, les innovations qui ne modifient ni les conditions de production ni les conditions d'utilisation d'un produit ou service sont exclues du présent périmètre d'intérêt (Akrich, 1998).

### 1.4 Paradoxes et question de recherche

La mise en exergue du contexte et des enjeux de thèse permet de lister des paradoxes :

- **Paradoxe n°1** : L'élaboration de nouveaux concepts de produits ou services a pour but d'accroître les performances des entreprises clientes. Dans le cadre de la convergence IT OT, ces futurs produits ou services modifient l'organisation de ces mêmes entreprises. Par « *organisation* » est ici entendu : comportements des acteurs d'une entreprise ainsi que leurs relations. Or, l'organisation influe également sur les performances d'une entreprise (Langevin, 2004). Par conséquent, les méthodes d'élaboration des concepts de produit ou service doivent tenir compte des changements organisationnels qui seront induits par ces mêmes produits ou service en phase d'usage. Cette prise en compte a pour objectif de maximiser le gain de performances d'une entreprise.

- **Paradoxe n°2** : Par ailleurs, une innovation doit être source de valeur (OECD, 2005). La « *valeur* » est ici comprise comme (AFAV, 1996) : le rapport du degré d'adéquation de la solution au besoin d'un acteur sur le coût de la solution. Pour un contexte ayant les mêmes caractéristiques génériques que la convergence IT OT, la valeur d'un nouveau concept de produit ou service générée diffère selon les différents acteurs d'une entreprise cliente. Donc, il faut caractériser les grandes fonctions archétypales des acteurs pour identifier chez le client les opportunités de création de valeur.

Suite aux besoins précédemment identifiés, la **question de recherche générale** émerge :

**Question de recherche générale :**

Quels outils ou méthodes mettre en place pour tenir compte de l'organisation d'une entreprise cliente lors de l'élaboration d'un concept d'offre ?

## 2. Cadre théorique de la recherche

L'analyse de la littérature est détaillée dans la partie III de ce manuscrit. L'état de l'art liste, décrit et compare les méthodes et outils permettant de :

- Etudier les problématiques clients.
- Elaborer des solutions en réponse aux problématiques clients.
- Etudier les comportements et relations entre acteurs.

## 3. Introduction à la méthodologie de recherche adoptée

Pour répondre à la question de recherche, une démarche de recherche a été définie. Elle sera davantage explicitée dans la partie IV. La démarche de recherche est construite sur la base de la recherche-action (Coughlan et Coughlan, 2009). Lewin (1946) décrit les étapes de la recherche-action comme une spirale d'étapes de recherche. La spirale débute par une phase d'observation sur le terrain pour identifier un problème. Des données sont rassemblées pour établir des hypothèses. Ces dernières concernent les solutions possibles et relatives au problème posé. Après discussion et négociation avec les participants de la démarche de thèse, un plan d'action est ensuite établi. Le passage à l'action consiste à opérer des changements qui sont analysés et évalués. A ce stade, le problème est réévalué.

Concrètement, à partir de la question de recherche formalisée de façon collaborative avec les responsables scientifiques (Laboratoire Génie Industriel (LGI), CentraleSupélec et Laboratoire Equipe de Recherche sur les Processus Innovatifs (L'ERPI, ENSGSI) et industriels (Schneider Electric), la doctorante a recherché des savoirs publiés dans la littérature. Les savoirs publiés ont été retravaillés et contextualisés pour construire une architecture de solution méthodologique. Deux cas d'étude ont été élaborés. Le premier permet de construire la solution constituant une réponse au problème de recherche. Le deuxième sert à vérifier la pertinence de la solution proposée.

Cette méthodologie de recherche amène la doctorante à interagir avec son terrain (Brasseur, 2012). Celle-ci a donc un impact sur ce terrain. Cette approche est donc discutable. La principale limite énonçable est : l'impossible neutralité du chercheur. En effet, la doctorante accède à l'essence de son objet d'étude par l'action en vue de comprendre et faire comprendre le système étudié. Or, il paraît impossible que le chercheur ne puisse pas être compris dans l'objet de recherche. La complexité et la nouveauté de l'objet d'étude (systèmes d'acteurs liés à la convergence IT OT) requiert des interactions avec le système analysé. Le but est de comprendre les comportements et relations des acteurs pour concevoir l'offre produit ou service dont les chances de succès sur le marché sont maximisées.

## Bibliographie

AFAV. *L'analyse de la valeur*. Ministère de la coopération, 1996.

AKRICH, M. Les utilisateurs, acteurs de l'innovation. *Education permanente*, 1998, n°134, p. 79-89.

AKRICH, M., CALLON, M., LATOUR, B. 1. L'art de l'intéressement. 2. L'art de choisir les bons porte-parole. *Annales des Mines - Gérer et comprendre* [En ligne]. 1988, vol. 11 & vol. 12, p. 4-17 & p. 14-29, [Consulté le 26/02/2016]. Disponible à l'adresse : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00081741/document>

ATOS. *The convergence of OT and Operational Technology* [En ligne]. White paper. 2012. [Consulté le 15/04/2014]. Disponible à l'adresse : <https://atos.net/content/dam/global/ascent-whitepapers/ascent-whitepaper-the-convergence-of-it-and-operational-technology.pdf>

BEAUD, P. La sûreté des chantiers d'infrastructures pétrolières et gazières. *Sécurité et stratégie*, 2010, vol. 4, n°2, p. 23-30.

BERGOUIGNOUX, L. *Automates Programmables Industriels* [En ligne]. Support de cours. 2004. [Consulté le 24/02/2016] Disponible à l'adresse : <http://iusti.polytech.univ-mrs.fr/~bergougnoux/publiperso/polyAPI.pdf>

BLONDEL, F. *Gestion de la production : Comprendre les logiques de gestion industrielle pour agir*. Dunod, 2007. ISBN : 2100514024.

BONNETTO, E., YANNOU, B., YANNOU-LE-BRIS, G., et al. A Categorization of « Customer Concerns » for an OT front-end of innovation process in IT/OT convergence context. In : *International Design Conference – Design 2016*, 16-19 Mai 2016, Dubrovnik, Croatie.

BRACCHI, G., FRANCALANCI, C., MOTTA, G. *Sistemi informativi d'impresa*. Milan : McGrawHill, 2009. ISBN: 9788838663284.

BRANDENBURG, H., WOJTYNA, J-P. *L'approche processus : Mode d'emploi*. Paris : Editions d'Organisation, 2003. ISBN : 978-2708134829.

BRASSEUR, M. L'interaction du chercheur avec son terrain en recherche-action: deux cas d'accompagnement individuel des managers. *Recherches en Sciences de Gestion*, 2012, n°2, p. 103-118.

BRONGNIART, O., FALLY, M., TREYER, J., et al. *Améliorer le pilotage du SI : Le pilotage par la réduction de la destruction de valeur*. Paris: Dunod, 2010. ISBN : 978-2-10-054120-1.

BRUNER, J. *The IT-OT convergence*. In : O'REILLY. *O'Reilly Radar - Insight, analysis, and research about emerging technologies* [En ligne] O'Reilly, 2014. [Consulté le 16/04/2016] Disponible à l'adresse : <http://radar.oreilly.com/2014/05/the-it-ot-convergence.html>

CARON, F. *Les Deux Révolutions industrielles du XXe siècle*. Paris : Albin Michel, 1997.

COUGHLAN, P., COUGHLAN, D. Action research for operations management. *International Journal of Manufacturing technology and Management*, 2009, vol. 22, n°2, p. 220-248.



CROTTI, M., GRINGOLI, F., SALGARELLI, L. Classification of Emerging Protocols in the Presence of Asymmetric Routing. In : GIUSTO, D., IERA, A., MORABITO, G., et al. *Internet of Things: 20th Tyrrhenian Workshop on Digital Communications*. New York : Springer-Verlag, 2010. p. 13-26. ISBN : 978-1-4419-1674-7

DUCA, S. Here's what the convergence of corporate IT and operational technology means for cybersecurity. In : PALO ALTO. *Palo Alto Networks Blog* [En ligne]. Palo Alto, 29/07/2015. Date de dernière mise à jour : 11/02/2016. [Consulté le 18/04/2016] Disponible à l'adresse : <http://researchcenter.paloaltonetworks.com/2015/07/heres-what-the-convergence-of-corporate-it-and-operational-technology-means-for-cybersecurity/>

FLACHER, D. *Industrial Revolutions and Consumption: A Common Model to the Various Periods of Industrialization* [En ligne]. Working paper : Sciences de l'Homme et Société / Economies et finances. 2005. [Consulté le 26/02/2016] Disponible à l'adresse : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00132241>

GARTNER. IT Glossary. In : GARTNER. *Technology Research*. [En ligne]. Gartner. Date de dernière mise à jour : 26/11/2012. [Consulté le 15/04/2016] Disponible à l'adresse : <http://www.gartner.com/it-glossary/it-ot-integration/>

GIMELEC. *Industrie 4.0 : L'usine connectée* [En ligne]. White paper. 2013. [Consulté le 24/09/2015] Disponible à l'adresse : <http://www.gimelec.fr/Publications-Outils/Industrie-4.0-l-usine-connectee-PublicationGimélec, 2013.>

HAIDER, A., KORONIOS, A., KUMAR, A. An Object Oriented Road Asset Information Model. In : MATHEW, J., MA, L., TAN, A., et al. *Engineering Asset Management and Infrastructure Sustainability : Proceedings of the 5<sup>th</sup> World Congress on Engineering Asset Management*. Brisbane: Springer, 2010. p. 283-297. ISBN: 978-0-85729-493-7.

HAMEED, S. IT vs OT in Manufacturing : How Will Congvergence Play Out ? In : *Chairlink Research* [En ligne] Chairlink Research, 2016. [Consulté le 24/09/2015]. Disponible à l'adresse : <http://www.clresearch.com/research/detail.cfm?guid=8D3AB104-3048-79ED-99C3-8106D7556B6D>

HARP, D.R., GREGORY-BROWN, B. *IT/OT Convergence : Bridging the Divide*. [En ligne] White paper. 2015. [Consulté le 14/10/2015] Disponible à l'adresse : <http://ics.sans.org/media/IT-OT-Convergence-NexDefense-Whitepaper.pdf>

HARRISSON, D., CARRIERE, J. Cheminement de l'innovation dans l'entreprise : jeux d'acteurs, organisation et institution. *Recherches sociographiques*. [En ligne], 1997, vol. 38, n°1, p. 9-33. [Consulté le 14/10/2015] ISSN : 1705-6225. Disponible à l'adresse : <http://id.erudit.org/iderudit/057089ar>

IBM, 2016. Le Big Data à l'écoute de votre business. In : IBM. *IBM-France* [En ligne]. IBM Corporation, 09/03/2016. [Consulté le 15/04/2016]. Disponible à l'adresse : <https://www-01.ibm.com/software/fr/data/bigdata/>

INSEE(a). Insee - Définitions, méthodes et qualité – Industrie des biens de consommation. In : INSEE. *Institut National de la statistique et des études économiques*. [En ligne]. Date de dernière mise à jour : 16/08/2016. [Consulté le 24/02/2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/industrie-biens-consommation.htm>

INSEE(b). Insee - Définitions, méthodes et qualité - Industrie manufacturière. In : INSEE. *Institut National de la statistique et des études économiques*. [En ligne]. Date de dernière mise à jour : 16/08/2016. [Consulté le 24/02/2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/industrie-manufacturiere.htm>

KAPAS, J. Industrial revolutions and the evolution of the firm's organization : an historical perspective. *Journal of innovation economics and management* [En ligne], 2008, vol. 2, n°2, p. 15-33. [Consulté le 24/02/2016]. DOI : 10.3917/jie.002.0015. Disponible à l'adresse : [www.cairn.info/revue-journal-of-innovation-economics-2008-2-page-15.htm](http://www.cairn.info/revue-journal-of-innovation-economics-2008-2-page-15.htm)

KING, C. How utilities can blend the IT/OT silos. In : SIEMENS. *Siemens Global Weblogs* [En ligne]. Siemens Industry, 31/03/2013. Date de dernière mise à jour : 30/05/2013. [Consulté le 25/02/2016] Disponible sur l'adresse : <https://blogs.siemens.com/smartgridwatch/stories/1025/trackback>

LANDES, D. S. Tracing past and future Industrial Revolutions. *Energy for Sustainable Development*, 1994, vol. 1, n°4, p. 52-53.

LANGÉVIN, P. Quels facteurs de performance pour quels types d'équipe ? : L'avis des managers. In : *Normes et mondialisation : 25ème congrès de l'Association Francophone de Comptabilité (AFC)*, 12-14 mai 2004, Orléans.

LAROUSSE. Encyclopédie Larousse en ligne – Révolution Industrielle. In : LAROUSSE. *Larousse.fr : encyclopédies et dictionnaires gratuits en ligne*. [En ligne] Editions Larousse, 2016. [Consulté le 15/04/2016]. Disponible à l'adresse : [http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/r%C3%A9volution\\_industrielle/184610](http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/r%C3%A9volution_industrielle/184610)

LAUDON, C.K., LAUDON, P.J., PENNAROLA, F., et al. *Management dei sistemi informativi*. Milan : Pearson, 2010. ISBN : 9788871925912

LE LOARNE-LEMAIRE, S., BLANCO, S. *Management de l'innovation*. 2ème édition. Pearson, 2012. ISBN : 978-2-7440-7631-2.

LEWIN, K. Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 1946, vol. 2, p. 34-36. DOI : 10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x

MACKENDRICK, N., BREWER, J., PLUMB, J.H. *The Birth of a Consumer Society : The Commercialization of Eighteen-Century England*. Londres : Europa Publications Limited, 1982.

OECD. *Oslo Manual : The measurement of scientific and technological activities*. Paris: Eurostat, 2005.

PANTIN-SOHIER, G., PANTIN, F., SOHIER, A., et al. Venise, L'acceptation de l'innovation dans le secteur végétal : une étude qualitative exploratoire. In : *11ème Conférence Internationale Marketing Trends*, 2012, Venise.

PETTEY, C. *Gartner says the worlds of IT and Operational Technology are Converging*. In : GARTNER. *Technology Research* [En ligne] Gartner, 2011. [Consulté le 01/06/2015] Disponible à l'adresse : <http://www.gartner.com/newsroom/id/1590814>

PINTO, J. *JimPinto.com* [En ligne]. Surya Sajnani Pinto, 2001. Date de dernière mise à jour : 21/07/2016. [Consulté le 19/04/2016] Disponible à l'adresse : <http://www.jimpinto.com/>

PWC. *The convergence of everything digital* [En ligne] White paper. 2014. [Consulté le 15/04/2014]. Disponible à l'adresse : <https://www.pwc.com/us/en/increasing-it-effectiveness/publications/assets/convergence-of-everything-digital.pdf>

ROCKWELL AUTOMATION. *Converge Your IT and Your OT*. In : ROCKWELL AUTOMATION. *Smart Manufacturing Begins with the Connected Enterprise* [En ligne]. Putman Media, Inc, 2016. [Consulté le 25/02/2016] Disponible à l'adresse : [http://www.rockwellautomation.com/global/news/the-journal/detail.page?docid=962375b9900e6bb15f6612d72ff67733&G11N/Locale=en&geography=global&content\\_type=magazine&pagetitle=Converge-Your-IT-and-OT](http://www.rockwellautomation.com/global/news/the-journal/detail.page?docid=962375b9900e6bb15f6612d72ff67733&G11N/Locale=en&geography=global&content_type=magazine&pagetitle=Converge-Your-IT-and-OT)

ROCKWELL AUTOMATION. *Solutions & Services IT / MES*. In : ROCKWELL AUTOMATION. *Welcome to Rockwell Automation / Procon*. [En ligne] Rockwell Automation, Inc, 2015. [Consulté le 24/09/2015] Disponible à l'adresse : <http://www.procon.com/solutions/itmes.html>

SCHLAEPFER, R.C., KOCH, M., MERKOFER, P. *Industry 4.0 : Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies* [En ligne] White paper. 2015. [Consulté le 14/10/2015] Disponible à l'adresse : <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>

SCHNEIDER ELECTRIC. *Guide des solutions d'automatisme : schématisation* [En ligne] Publication technique. 2008. [Consulté le 15/04/2014] Disponible à l'adresse : [http://www2.schneider-electric.com/documents/automation-control/pdf/Guide\\_des\\_Solutions\\_Automatisme\\_2008-FR\\_web.pdf](http://www2.schneider-electric.com/documents/automation-control/pdf/Guide_des_Solutions_Automatisme_2008-FR_web.pdf)

SIEMENS. *Les brochures, catalogues et plaquettes produits Automatismes industriels - Usine du futur – Siemens*. In : SIEMENS. *Home-English-Siemens Global Website*. [En ligne] Siemens AG, 1996. Date de dernière mise à jour : 2016. [Consulté le 25/02/2016] Disponible à l'adresse : [http://w5.siemens.com/france/web/fr/ad/support/documentations/iadt/pages/brochures\\_catalogues\\_plaquettes\\_produits\\_automatismes\\_industriels.aspx#](http://w5.siemens.com/france/web/fr/ad/support/documentations/iadt/pages/brochures_catalogues_plaquettes_produits_automatismes_industriels.aspx#)

SINDJUI, C. *Le grand guide des systèmes de contrôle commande industriels*. Paris: Lexitis éditions, 2014. ISBN : 9782362331350.

TAYLOR, T. *IT OT convergence : Breaking down silos to achieve a more enabled workforce and more informed stakeholders*. In : Public Utilities Reports. *Fortnightly : Energy, Money, Power* [En ligne]. 02/2013. [Consulté le 24/09/2015]. Disponible à l'adresse : <http://www.fortnightly.com/fortnightly/2013/02/it-ot-convergence?page=0%2C4>

TAYLOR, T. *IT OT convergence : How their coming together increases distribution system performance*. In : TDWorld. [En ligne]. 01/01/2014. [Consulté le 01/03/2014]. Disponible à l'adresse : <http://tdworld.com/sponsored-articles/itot-convergence>

ULMER, J-S., BELAUD, J-P., LE LANN, J-M. *Approche pour un meilleur alignement des processus métiers*. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, 2012, vol. 17, n°4, p. 17-47. DOI: 10.3166/isi.17.4.17-47.

VIDRIL, M. *Pilotage hiérarchisé et réparti des systèmes flexibles de production dans l'industrie manufacturière*. Thèse de doctorat : Productique, Automatique et Informatique Industrielle. Lille : Université des Sciences et Technologies de Lille, 1995.

WANG, L., NEE, A.Y.C. *Collaborative Design and Planning for Digital Manufacturing*. Springer, 2009. ISBN : 978-1-84882-287-0

WILES, J. CLAYPOOLE, T., DRAKE, P., et al. *Techno Security's Guide to Securing SCADA : A Comprehensive Handbook On Protecting The Critical Infrastructure*. Syngress, 2008, p. 61-94. ISBN : 978-1-59749-282-9

### **Partie III.**

**Etat de l'art : Piloter la phase amont d'un processus de conception dans un contexte de perturbations des relations entre acteurs impactés par l'introduction d'un concept d'offre**

## 4. La gestion de l'innovation

### 4.1 L'innovation : un concept de longue date

L'innovation est un terme très largement diffusé. La bibliographie scientifique propose différentes définitions. L'OCDE, dans le manuel d'Oslo, suggère une définition générale : « *la mise en œuvre d'un produit (bien ou service), d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures.* » (OCDE, 2005). Pour bien percevoir l'aspect polymorphique de cette notion, Boly (2008) liste six dimensions de description : économique, opératoire, cognitive, systémique, sociologique et biologique. Sur chacun de ces axes, une abondante littérature existe.

- **Vision économique**

Schumpeter (1934) s'intéresse à la question de la dynamique économique en pleine crise de 1929. Il est un des premiers auteurs à expliquer ce qu'est l'innovation. Pour lui, l'invention est un ensemble de progrès techniques. Il la distingue de l'innovation qui est, elle, une invention qui a trouvé un mode de production et un marché. L'entrepreneur a un rôle fondamental dans l'acte d'innover et donc pour la croissance économique d'un pays. Cinq grands types de changements ou « *combinaisons nouvelles* » ont été recensés par Schumpeter (1934) pour catégoriser l'innovation : la fabrication de biens nouveaux (incorporation d'une qualité nouvelle à un produit existant ou lancement d'un produit nouveau), l'introduction de nouvelles méthodes de production (à savoir de nouvelles techniques de production et/ou vente), l'ouverture d'un nouveau débouché (les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) impliquent l'apparition de nouveaux modèles économiques), l'utilisation de nouvelles matières premières, la mise en place d'une nouvelle organisation (cela correspond à une nouvelle organisation du travail comme le fordisme) (Schumpeter, 1934). Par la suite, des économistes développent les idées de Schumpeter. C'est ainsi que MacLaurin (1953) cherche à recenser des indicateurs de l'activité économique. Pour cela, il introduit des distinctions classiques : innovation et invention, innovation radicale (création et mise sur le marché de produits, procédés et processus nouveaux) et incrémentale (améliorations sur des produits existants), produit, process et service (MacLaurin, 1953). D'autres auteurs ont également cautionné la vision schumpetérienne tels que Akrich, Callon et Latour (1988) qui définissent l'innovation comme « *la première transaction commerciale réussie ou, plus généralement, la première sanction positive de l'utilisateur* ». Cette définition introduit la notion d'utilisateur et le place comme acteur de l'innovation. Cette notion d'acteur est également utilisée par les auteurs empruntant la voie sociologique.

- **Vision sociologique**

Rogers définit l'innovation comme « *une idée, une pratique ou un objet qui paraît nouveau à un individu ou à une autre entité qui l'adopte (...). Si l'idée semble neuve à l'individu c'est une innovation* » (Rogers, 2003). Cette description place donc l'individu au centre d'un processus d'adoption. Des travaux importants concernent la notion d'adoption et de diffusion de l'innovation dans la société. Rogers définit la diffusion comme le processus de circulation de l'innovation par des canaux spécifiques reliant les membres d'une société. Considérer les interrelations existantes entre les personnes du système concerné permet d'anticiper les rejets d'une innovation. En effet, les jeux de

pouvoir des acteurs confrontés à l'émergence d'une innovation font naître des situations conflictuelles et bouleversent les interrelations établies. Cet aspect est également mis en valeur dans les trois phases d'évolution d'une innovation identifiées dans les travaux d'Alter (2013) : l'incitation, l'appropriation et l'institutionnalisation (Alter, 2013). Rogers (2003) définit également des caractéristiques permettant d'évaluer la capacité de diffusion d'une innovation : l'avantage relatif, la compatibilité, la complexité, l'essayabilité et l'observabilité. Ces travaux cherchent à expliquer l'allure en S de la courbe de diffusion d'un produit sur le marché. Ces études sur les groupes sociaux bouleversés par l'innovation donnent lieu à des représentations du processus d'innovation.

- **Vision opératoire**

MacLaurin (1953) perçoit l'innovation comme un processus composé de plusieurs étapes et propose le « *modèle linéaire de l'innovation* ». L'innovation procède donc d'une séquence : recherche fondamentale, recherche appliquée, développement. Ainsi, l'innovation est l'objet nouveau et le processus qui a amené à cette nouveauté (Morel, 1988 ; Ferney-Walch et al, 2006). Le processus en question est formé d'étapes successives consistant à apporter des solutions après identification de nouveaux problèmes. Dans le cas spécifique de la théorie du « *lead user* », les solutions sont identifiées chez le client. Il s'agit ensuite de les commercialiser (Von Hippel, 1982). L'AFNOR (2007) reprend la notion de réponse à des attentes que l'on doit découvrir et normalise certains concepts en définissant l'innovation comme : « *un processus qui conduit à la mise en œuvre d'un ou plusieurs produits, procédés, ou services, nouveaux ou améliorés, susceptibles de répondre à des attentes implicites ou explicites et de générer une valeur économique, environnementale ou sociétale pour le créateur, leur maître d'œuvre ou leur utilisateur* ». L'implémentation de l'innovation nécessite une instrumentalisation de ce processus. Des études anthropologiques décrites par Brown et Duguid (1991) permettent d'étudier les usages en entreprise. Kozinets (2002) propose d'explorer les nouveaux usages via le net. Certains auteurs proposent même d'impliquer l'utilisateur au sein du processus d'innovation (Piller et al, 2003). Certains travaux sont liés à la question du processus d'invention notamment ceux concernant les processus de décision et plus largement les processus cognitifs.

- **Vision du cognitif**

L'innovation peut être définie comme un acte créatif. Griffin (2006) propose des outils qui visent à aider l'adulte à retrouver le mode de pensée dont il disposait durant son enfance. L'adulte a « *désappris* » à penser « *out of the box* » ce qui inhibe son processus inventif. La performance de cet acte créatif ne dépend pas seulement des capacités individuelles cognitives mais aussi de la stratégie métacognitive (Runco, 1986). La découverte du problème est un composant essentiel de cet acte créatif. Getzels (1975) énonce : « *une solution créative est la réponse à un problème créatif* ». L'innovation peut également être conçue comme un acte de « *problem solving* ». Simon (1979), par exemple, a identifié les différentes caractéristiques d'une activité de résolution de problème. Une solution à un problème donné doit appartenir à un ensemble de solutions ayant des propriétés spécifiques les caractérisant de solutions « *viables* ». L'analyse fonctionnelle qui permet de représenter les services rendus par un système à son utilisateur est ainsi employée pour permettre l'élaboration de ces solutions. Ces dernières ne seront plus un ensemble d'objets agencés les uns par rapport aux autres mais un ensemble de fonctions répondant à des besoins.

- **Vision systémique**

L'innovation se définit par son caractère pluridimensionnel. Elle peut être caractérisée de : technologique, marketing, d'usage, commerciale, stratégique ou organisationnelle (Christofol, 2011). Une innovation relève d'une structure complexe. Elle est constituée de composants appartenant à des disciplines différentes. Ces composants sont organisés les uns par rapport aux autres de manière hiérarchique et leurs interrelations sont également multiples et diverses (Boly, 2008). Weaver définit la complexité comme étant une situation présentant des « *problèmes qui impliquent de traiter simultanément avec un grand nombre de facteurs qui sont en situation d'interdépendance dans un système organique* » (Weaver, 1948). Le processus sous-jacent aboutissant aux innovations est également à la croisée de différentes disciplines et est désigné comme étant complexe. Le processus d'innovation est un enchevêtrement intelligible et finalisé d'actions interdépendantes (Lemoigne, 1999). Ces actions impliquent plusieurs corps de métiers. Ainsi, l'innovation émerge de la confrontation entre individus ou organisations qui ont des modèles d'action différents (Morin, 1977).

- **Vision du biologiste**

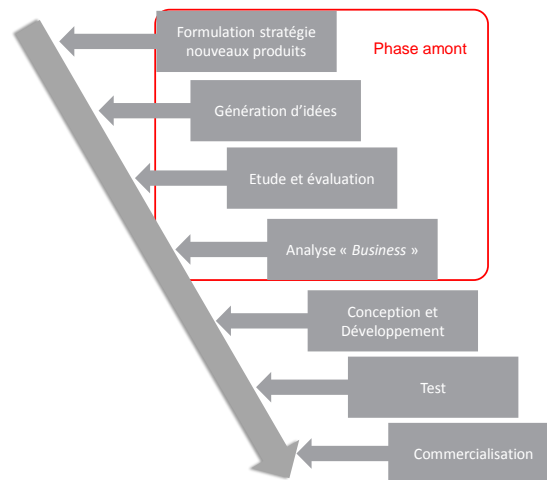
Boly (2008) compare l'innovation avec l'équilibre instauré entre un organisme vivant et son environnement. Ainsi, l'innovation est « *la réponse à une rupture d'équilibre provoquée le plus souvent par une action conjointe d'un système industriel sur son environnement et un signal particulier de ce dernier.* ». Boly et al (2000) corroborent cette comparaison. Les auteurs affirment que plus le caractère novateur est fort ou plus la rupture d'équilibre est forte et plus les probabilités de rejet par le système sont fortes.

## 4.2 Gérer l'innovation

L'innovation se gère au même titre que d'autres activités de l'entreprise. Fernandez-Walch et Romon (Fernandez-Walch et Romon, 2006) proposent une définition du management de l'innovation. Il s'agit de « *l'ensemble des actions conduites, des choix effectués et des structures mises en œuvre par une entreprise, en interaction avec son environnement économique et social, pour favoriser l'émergence, décider du lancement et mener à bien ses projets d'innovation.* ». Lorino (1995) rejoint cette description. Pour lui, gérer l'innovation signifie gérer « *un ensemble d'activités reliées entre elles par des flux d'informations ou de matière, et qui se combinent pour fournir un produit matériel ou immatériel important et bien défini.* ». Dans tous les cas, il ne s'agit pas d'attendre le génie créatif d'une ou plusieurs personnes mais de structurer les activités de gestion des projets innovants jusqu'à la commercialisation du produit. Drucker (2002) emploie l'expression « *entrepreneuriat systématique* » pour englober l'identification de la valeur pour le client, la standardisation du produit ou encore la conception des outils. La description d'un processus permet de formaliser cette systématisation de l'innovation. Un processus est un « *ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie* » (AFNOR, 2002). Tidd et Bessant (1997) évoque les bonnes « *routines* » collectives et dénombre quatre phases : « *scan and search the environment* » permettant de déceler des signaux pour l'ouverture de projets innovants, sélectionner les bons projets, associer les ressources pour déployer les projets (en interne via l'activité R&D ou en externe (achat ou transfert technologique), développer l'idée et passer à la phase de commercialisation. Cooper (1990) a proposé l'idée d'étapes bien définies et de points de décision pour gérer des projets de développement de nouveaux produits. Le « *New Product Development Process* » (NPDP) peut ainsi être représenté par un « *stage-gates process* ». De nombreux auteurs ont proposé des modèles du NPDP (Cooper, 2001 ;



Crawford, 1987 ; Scheuing, 1974 ; Wind, 1982) ). Un des plus connus est celui proposé par Booz, Allen et Hamilton (Booz et al, 1982) (voir **Figure III-1**). Ce modèle englobe toutes les étapes élémentaires d'un processus de « *New Product Development* » (NPD) que l'on peut trouver dans la littérature (Bhuiyan, 2011).



**Figure III-1: Représentation linéaire du processus « New Product Development » (NPD) (Booz et al, 1982)**

Les différentes activités de la **Figure III-1** peuvent être décrites comme suit :

- **La formulation de la stratégie nouveaux produits** : fait le lien entre le processus NPD et les objectifs d'entreprise. Cette étape permet de cibler la génération de concepts.
- **La génération d'idées** : concerne la recherche d'idées pour correspondre aux objectifs d'entreprise.
- **L'étude et évaluation** : comprend l'analyse qui permet de sélectionner les idées pertinentes.
- **L'analyse « Business »** : permet l'évaluation des idées par rapport à des critères quantitatifs (exemple : retour sur investissement, volume des ventes).
- **Le développement** : transforme une idée sur papier en produit industrialisable.
- **Le test** : implique de mener des expériences commerciales pour vérifier l'intérêt du marché.
- **La commercialisation** : comprend le lancement des produits.

Cette modélisation a fait l'objet de discussions. Rothwell (1992) a identifié cinq typologies de modèles d'innovations industrielles. Les premiers modèles sont linéaires et permettent, par exemple, de faire la distinction entre des approches « *techno push* » et « *market pull* ». Les derniers font la transition entre une représentation linéaire et parallèle. Un des modèles met notamment l'accent sur la coopération entre les équipes de recherche, de développement et de production et sur l'implication des fournisseurs et des clients. Cette représentation rejoint la vision de Kline et Rosenberg (1986) à l'origine de la chaîne interconnectée. Ce modèle démontre la nécessité d'intégrer la connaissance dans le processus d'innovation. Dans ce cas, la connaissance est comprise comme le résultat de l'interaction entre les composants d'une entreprise, l'entreprise et l'environnement. Ainsi, les auteurs proposent de voir le processus d'innovation non pas comme un ensemble d'activités séquentielles mais comme un ensemble d'interactions entre différents acteurs en différents lieux. Le dit processus d'innovation se scinde en plusieurs phases : génération des idées, formalisation des idées, étude de faisabilité, développement du nouveau produit et lancement/commercialisation du produit. Ces différentes phases intègrent des boucles de rétroactions et sont interconnectées avec le marché, la technologie et la connaissance.

Pour gérer une innovation, il est nécessaire de structurer les activités de pilotage des projets innovants. Trois macro-phases de pilotage de ces activités peuvent être distinguées (Koen, 2002) :

- La phase amont qui regroupe le ciblage de la génération d'idées, l'émergence des idées, leur sélection et évaluation. Dans la littérature, cette étape est appelée « *Fuzzy Front End* » (FFE) ou encore « *Front End of Innovation* » (FEI).
- La phase de développement incluant l'étape de test.
- La phase de commercialisation.

### 4.3 Zoom sur la phase amont du processus d'innovation : « *Fuzzy Front End* » (FFE)

Hohenegger propose de définir le « *Fuzzy Front End* » (FFE) comme « *un processus où les besoins clients et les opportunités du marché sont déterminés, les idées pour de nouveaux produits sont générées, les concepts produit sont développés et évalués jusqu'à la prise de décision visant à industrialiser le produit ou non.* » (Hohenegger et al, 2008). Cette partie du NPDP est généralement qualifiée de chaotique et non structurée. De nombreuses variables sont déterminées dès cette phase préliminaire pour la suite du processus de développement de nouveaux produits comme par exemple la qualité, les coûts, les délais (Herstatt et al, 2004). Différents auteurs se sont positionnés pour proposer différentes représentations des sous-phases du FFE.

#### 4.3.1 Modèle de Cooper

Cooper décrit un processus « *stage-gate* » où les activités d'analyse du marché et d'analyse technologique sont mises en parallèle au sein de trois étapes (Cooper, 1988) : la génération d'idées, l'évaluation préliminaire des idées et l'élaboration de concepts (voir **Figure III-2**). La dernière étape est cruciale. Elle comprend (De Fontaines, 2014):

- Une étude de marché pour déterminer les besoins et préférences des clients
- Une analyse de la compétition
- Une élaboration de spécifications techniques des solutions
- Un test des concepts pour enregistrer des retours clients
- Une analyse des besoins opérationnels et de production
- Une analyse financière détaillée

Un jalon se situe entre chaque étape à partir duquel des décisions de poursuite du processus sont prises (« *Go* » ou « *No/Go* »). Le dernier jalon après l'élaboration de concept représente la transition entre la phase amont et la phase de développement du produit.

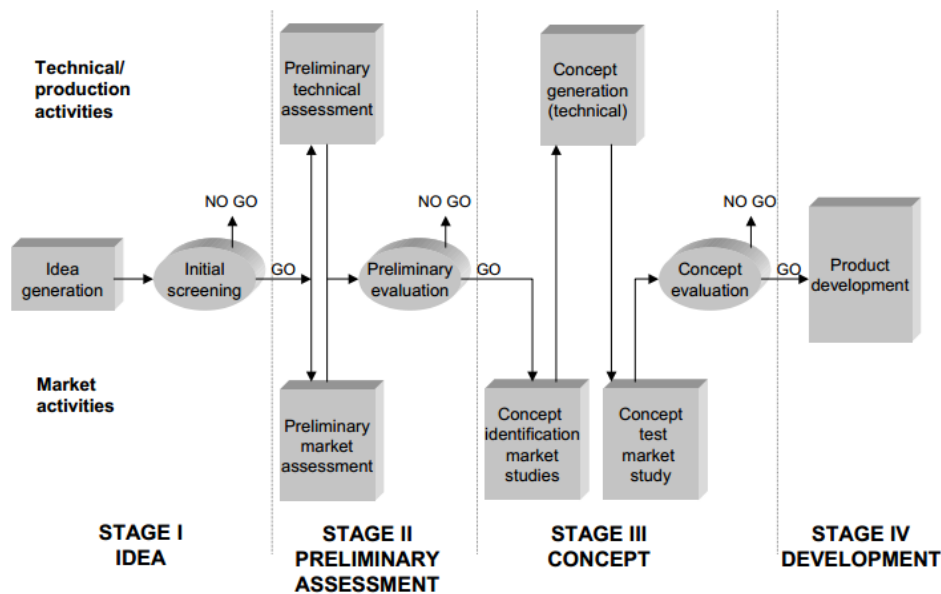
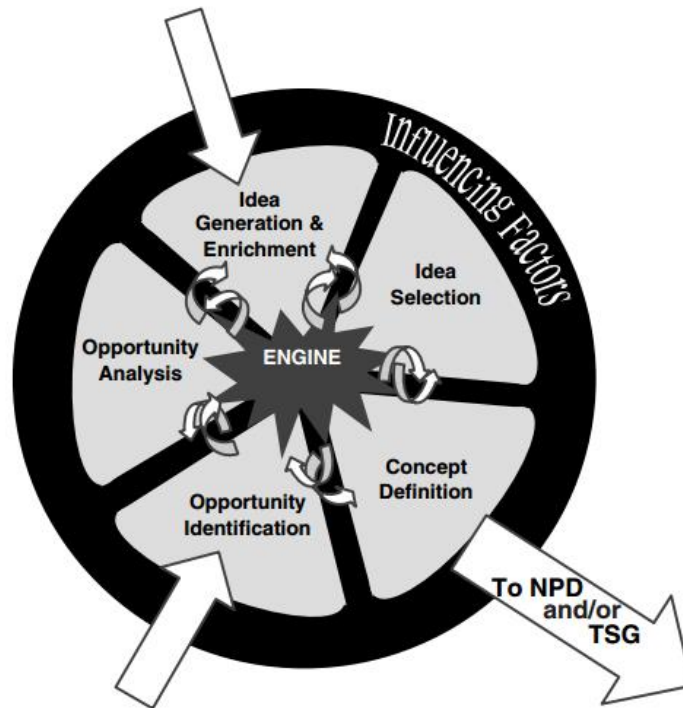


Figure III-2 : Le processus « Fuzzy Front End » (FFE) comme un processus « stage-gate » (Cooper, 1988)

#### 4.3.2 Modèle de Koen

Koen (2002) a développé un modèle où cinq éléments sont interreliés : l'identification des opportunités, l'analyse des opportunités, la génération d'idées et leur enrichissement, la sélection des idées et le développement des concepts (Val-Jauregi et Justel, 2007).

- Identification des opportunités : l'entreprise détermine la stratégie « *business* » et technologique qu'elle veut poursuivre.
- Analyse des opportunités : une évaluation des technologies disponibles et du marché afin de transformer les manques et opportunités identifiées en opportunités technologies et « *business* » spécifiques pour l'entreprise.
- Génération d'idées et leur enrichissement : il s'agit de la transformation d'une opportunité en une idée concrète. Plusieurs itérations sont réalisées pour peaufiner une idée.
- Sélection des idées : la sélection est réalisée dans l'objectif d'optimiser la « *business value* ».
- Le développement des concepts : une description visuelle est générée à partir du nouveau concept de produit ou service. Cette description englobe les fonctions primaires, les bénéfices clients et la technologie engagée.



**Figure III-3 : Représentation holistique du « Fuzzy Front end » (Koen, 2002)**

Les flèches entrantes du disque de la **Figure III-3** représentent les facteurs externes d'influence de cette phase amont du processus d'innovation à savoir : l'organisation, la stratégie, l'environnement compétitif et la science.

#### **4.3.3 Modèle de Khurana et Rosenthal**

Khurana et Rosenthal (1988) ont proposé une approche holistique et incorporent des éléments liés aux dimensions stratégiques mais également liées au projet de l'entreprise. Trois macro-phases sont décrites (Khurana et Rosenthal, 1998) :

- **Pré-phase zéro** : cette étape consiste à réaliser une identification préliminaire des opportunités, une analyse du marché et des technologies. En parallèle sont menées des activités qui permettent d'associer cette analyse à la stratégie d'entreprise.
- **Phase zéro** : le concept produit est défini après avoir identifié les besoins client, avoir segmenté le marché et analysé la concurrence.
- **Phase un** : une étude de faisabilité est réalisée et le planning projet est défini. Les ressources sont spécifiées et les risques sont identifiés. Cette étape permet de décider si le projet peut être amené en phase de développement.

Les macro-phases précédemment décrites sont illustrées sur la **Figure III-4**.

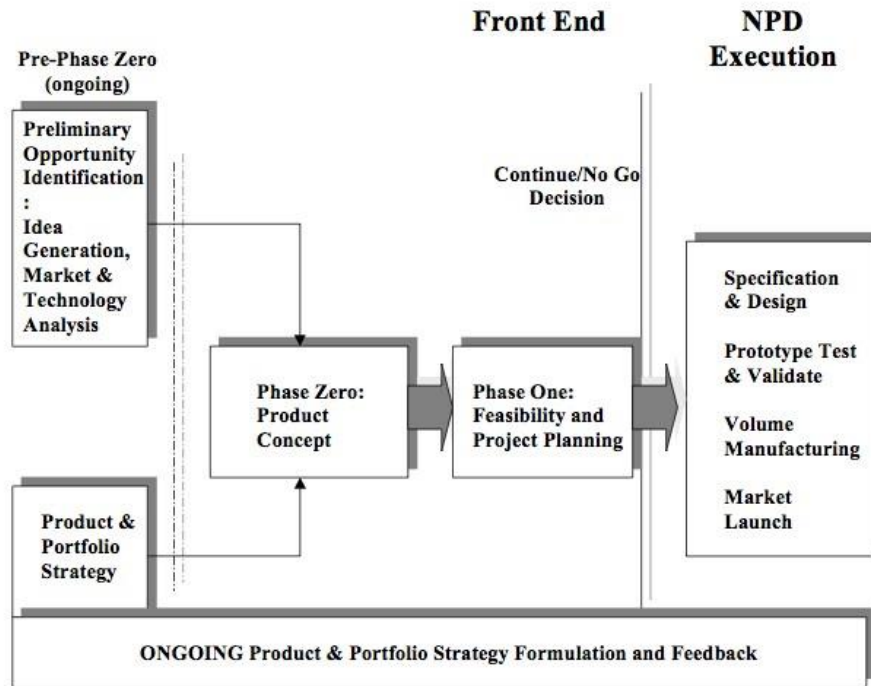


Figure III-4 : Représentation du « Fuzzy Front End » en trois phases (Khurana et Rosenthal, 1998)

#### 4.3.4 Modèle RID

Yannou (2015) proposent la méthodologie Radical Innovation Design (RID). Comme le modèle de Cooper, il s'agit d'un processus « stage-gate » qui se structure en deux phases : « *problem setting* » (ou « *explicitation du problème* ») et « *problem solving* » (ou « *résolution du problème* »). Les activités au sein de la phase « *problem setting* » sont :

- **La définition du besoin idéal** : Le besoin idéal est un périmètre délimitant les investigations futures. Ces investigations sont nécessaires pour déterminer les problèmes et les situations d'usage.
- **L'association entre les problèmes ressentis par les utilisateurs et les situations d'usage**
- **L'élicitation des « value buckets »** : Les « value buckets » sont les opportunités de créations de solutions dites « utiles ». Ces opportunités sont déterminées en fonction de l'importance des problèmes ressentis, la fréquence des situations d'usage associées aux problèmes et la rareté des solutions existantes pour résoudre en tout ou partie ces problèmes.

La phase de « *problem solving* » inclut :

- **L'élaboration d'idées** : Des séances de créativité sont alors organisées en deux étapes : génération des nouveaux scénarios solutions et génération des concepts d'offre. L'objectif est de répondre aux opportunités de création d'utilité identifiées.
- **La sélection d'idées** : Il s'agit d'évaluer les idées pour maximiser les chances de succès de l'idée sur le marché.

#### 4.3.5 Stratégie Océan Bleu

Kim et Mauborgne (2015) proposent la Stratégie Océan Bleu. Un océan bleu comprend tous les secteurs du marché qui n'existent pas encore. Il s'agit de créer des marchés inconnus. De ce fait, l'entreprise n'est pas engagée dans une concurrence forte avec d'autres entités. La mise en place de cette stratégie se structure en 7 étapes :

- **L'éveil visuel** : Il s'agit de tracer les performances de l'offre existante par rapport aux concurrents. Ceci permet de révéler le besoin de changement.
- **L'exploration du marché** : Il s'agit d'interroger les clients perdus, les nouveaux clients ou les clients des concurrents.
- **Génération d'idées** : L'exploration précédente vise à trouver des idées de nouveaux marchés c'est-à-dire de nouvelles offres.
- **Profils stratégiques** : A ces nouveaux marchés sont associés les tracés de performances de l'étape « éveil visuel ».
- **Foire aux idées** : Ces nouveaux tracés sont présentés aux cadres dirigeants de l'entreprise en question et à des représentants d'entreprises extérieures. Ils constituent le jury.
- **Validation** : Les membres du jury votent pour leur stratégie d'offre favorite.
- **Communication visuelle** : Il s'agit de diffuser dans l'entreprise le tracé de performance de la nouvelle stratégie d'offre en le comparant à l'ancienne.

#### 4.3.6 Comparaison des méthodes « Fuzzy Front End »

Les cinq modèles présentés ci-avant présentent des caractéristiques similaires même si le vocabulaire utilisé par les auteurs diffère. Le **Tableau III-1** récapitulatif permet de visualiser les activités communes.

**Tableau III-1: Activités des différents modèles "Fuzzy Front-End" (Elverum et Welo, 2013)**

Auteur \ Activités	Cooper (1988)	Koen (2002)	Khurana et Rosenthal (1998)	Stratégie Océan Bleu (2015)	Radical Innovation Design (2015)
Identification des opportunités		X	X		X
Génération d'idées	X	X	X	X	X
Génération de concept		X	X	X	X
Evaluation du concept					X
Définition du concept	X				X
Analyse « business »	X			X	X
Planification projet		X			

#### 4.4 Les stratégies d'innovation

Boston Consulting Group dénombre trois grandes stratégies d'innovation : « *need seeker* », « *market reader* », « *technology driver* ». Jaruzelski et al (2012) propose de décrire ces trois catégories comme suit :

- Les « *Need seekers* » : Les entreprises qui adoptent cette stratégie privilégient l'enrichissement de leur base de connaissance du client par des interactions fortes avec ce

dernier. Plusieurs méthodes peuvent être employées : des focus groups, des sessions de brainstorming, des observations des phases d'utilisation du produit ou service. Le but est de comprendre le client pour générer de nouvelles idées répondant à leurs besoins.

- Les « *Market readers* » : il s'agit d'analyser la concurrence, le marché et les clients pour ensuite développer des produits proposant des améliorations incrémentales. Des études de marché permettent de mieux comprendre les produits et services qui fonctionnent déjà sur le terrain.
- Les « *Technology driver* » : dans ce cas, les entreprises investissent en Recherche et Développement (R&D) pour incrémenter leur capacité technologique et ainsi développer des nouveaux produits ou services. Les choix d'investissements sont dictés par les possibilités d'une nouvelle technologie. Ils permettent d'apporter des solutions qui vont au-delà des suggestions des clients.

Selon une étude réalisée par Booz and Company (Ohtonen, 2014), l'adoption d'une stratégie « *need seeker* » permettrait d'augmenter les chances d'être plus performant financièrement.

## 5. La conception centrée utilisateur

### 5.1 « *User-Centered Design* » (UCD)

« *User-Centered Design* » (UCD) est un processus de résolution de problèmes d'utilisateurs structurés en plusieurs étapes. Le processus vise à identifier et analyser les besoins, désirs et limitations des utilisateurs. Les hypothèses concernant les comportements des utilisateurs amènent à élaborer des prototypes de produits qui peuvent être testés (LeRouge et al, 2013). Norman (2002) corrobore cette définition en décrivant l'UCD comme : « *une philosophie basée sur les besoins et intérêts des utilisateurs mettant l'accent sur l'élaboration de produits utilisables et compréhensibles* ». Le concept de « *jobs to be done* » de Christensen (2007) rejoint cette philosophie. En effet, il s'agit de comprendre le « *job* » des clients et les circonstances dans leur vie quotidienne qui font émerger des problèmes. En cela, il sera plus aisé pour les entreprises de développer et commercialiser des produits qui seront adaptés par rapport à ce que les clients essayent de faire. Les grands principes de l'UCD consistent à (LeRouge et al, 2013) :

- Placer l'utilisateur au centre de l'activité de conception
- Se concentrer sur les utilisateurs et les tâches qu'ils effectuent
- Mesurer empiriquement l'utilisabilité d'un produit
- Concevoir de façon itérative. Chaque boucle d'itération permet d'évaluer et modifier le produit avec des utilisateurs réels

Le but de cette approche est d'aider les entreprises à concevoir les produits au plus proche des profils et besoins des utilisateurs. De nos jours, intégrer les utilisateurs dès la phase amont d'un processus de conception est devenu un facteur clé pour le succès des innovations sur le marché. En effet, les utilisateurs potentiels des nouveaux produits ou services sont sources d'informations pour les équipes en conception. La prise en compte de tels acteurs permet alors de guider la prise de décisions des concepteurs. Paradoxalement, certains secteurs comme les marques de luxe sont fermés à l'exploration des exigences et besoins utilisateurs. Dans ce type de contexte, les directeurs artistiques ont le rôle de propager l'image de marque. Ils définissent donc leur manière propre d'innover sur les produits qui respecte l'« ADN » de la marque. Cependant, Goncalves et al (2015) montrent que, dans un tel contexte, l'intégration des utilisateurs dans le processus de conception est source de valeur ajoutée. En effet, cette ouverture vers les clients permet de mieux comprendre leurs attentes et d'assimiler un

langage universel utilisé par les utilisateurs finaux. L'efficacité d'une approche « conception centrée utilisateurs » a été également mise en valeur par le succès de certaines firmes comme IDEO ou Continuum (Verganti, 2008). Plusieurs méthodes et moyens existent dans la littérature (Arikoglu, 2011) :

- **Les utilisateurs en tant que source d'information.** Les utilisateurs peuvent être interrogés lors d'enquêtes afin de comprendre des tendances d'usage sur un sujet. L'observation « *in situ* » permet également de donner un aperçu des problèmes rencontrés.
- **La conception participative.** Dans ce cas, les utilisateurs sont considérés comme étant dans la meilleure position pour déterminer les facteurs d'amélioration de leur « *job* ». Ils ne sont donc pas seulement des sources d'information mais sont parties prenantes dans les prises de décision en conception. Ils apportent une vision complémentaire à celle des concepteurs. En effet, ces derniers sont à même de comprendre les bénéfices et les limites des technologies. Les utilisateurs, eux, s'intéressent davantage à la manière d'utiliser les produits et leur adaptabilité dans un contexte de travail spécifique.
- **Les utilisateurs en tant que concepteurs.** Les concepteurs ne sont plus aidés par les utilisateurs dans la prise de décision tout au long du processus de conception. Les utilisateurs sont maintenant les concepteurs.

Certaines tendances apparaissent. Pour illustration, les plateformes participatives Web émergent. Le but de ces plateformes est d'améliorer la capacité des utilisateurs à innover pour eux-mêmes. Leurs idées sont jugées par les utilisateurs.

Les travaux de Von Hippel (1988) mettent en lumière une typologie spécifique d'utilisateurs : les « *lead users* ». Ces derniers rencontrent et résolvent des problèmes avant le marché. Ils sont donc pionniers dans le développement de nouveaux produits.

La littérature (Pascal et Rouby, 2006 ; LeRouge et al, 2013) montre que le périmètre d'application de l'UCD se situe, à l'origine, dans le domaine des systèmes d'informations et de l'interaction homme-machine. Pour un tel domaine, la conception est usuellement systématique ; des étapes d'analyse, de développement et de test se succèdent sans nécessairement tenir compte de l'utilisateur. UCD vient alors révolutionner les manières de procéder et permet de s'assurer que l'objet de conception est utile, utilisable, élégant et désirable. Le champ d'application de ce type d'approche dépasse le domaine des systèmes d'informations et de l'interaction homme-machine. Il s'étend désormais à tout produit engageant un utilisateur. L'existence de la méthodologie Radical Innovation Design (Yannou, 2015) permet d'illustrer cette dernière affirmation. Comme évoqué, cette méthodologie outille la phase du « *Front End of Innovation* » lorsqu'une entreprise désire innover fondamentalement de manière tirée par les usages. Elle permet de maximiser la probabilité de création de valeur en orientant les investigations autour de la recherche de problèmes (ou « *douleurs* ») rencontrés par les utilisateurs dans les différentes phases de situations d'usage. Une approche d'investigation systématique (ex : observation des usagers dans les situations d'usage) permet de croiser les problèmes, situations d'usage et solutions existantes pour faire émerger, au travers d'un algorithme dit « *DSM-Value-Bucket* », des « *poches de valeurs* » qui sont autant d'opportunités d'apporter de grandes quantités d'utilité. Ces « *poches de valeurs* » servent de points de départ à la phase d'idéation et de génération de concepts.

## 5.2 Lien entre UCD, scénarios d'usage et personas

Les termes *profil d'utilisateur*, *scénario d'usage* et *persona* font souvent confusion dans la littérature. Des définitions sont ici proposées. Un profil d'utilisateur est « *un référentiel dynamique utilisé pour catégoriser, caractériser et prioriser des groupes d'utilisateur cible d'un système* » (LeRouge et al,



2013). La description est souvent complétée. Il s'agit d'associer une table d'attributs à un utilisateur comme la fonction dans une entreprise, la tranche d'âge, le niveau d'éducation ou encore le niveau d'expertise dans un domaine (Arikoglu, 2011). Cette représentation a plusieurs objectifs. Tout d'abord, elle est utile en marketing. En effet, la liste de caractéristiques individuelles permet de cibler les utilisateurs à atteindre pour un projet d'innovation spécifique (Gudjonsdottir, 2010). D'autre part, elle impacte le domaine de l'ingénierie de la conception : les profils permettent d'étudier la facilité d'utilisation d'un produit en fonction des tâches et des capacités de l'utilisateur. Ils constituent un support à l'élaboration des exigences fonctionnelles produits ou services (Pruitt et Adlin, 2006).

Un persona est « *une caractérisation fictive et archétypale d'un utilisateur créée pour représenter un groupe d'utilisateur. C'est un profil qui prend vie comme par exemple : Marty est une institutrice qui utilise son ordinateur pour faire les courses. Ses enfants se disputent l'utilisation d'internet.* » (LeRouge et al, 2013). Ainsi, les traits de personnalité de l'acteur en question sont représentés. L'élaboration d'un persona est basé sur les profils d'utilisateurs préalablement élaborés (Baxter et Courage, 2005). Les personas sont des outils d'aide à la conception. Ils permettent d'élaborer des produits ou services au plus proche de ce que les utilisateurs peuvent et veulent faire.

Un scénario d'usage est une description d'activités dans lesquelles les personas mettent en œuvre des moyens pour atteindre leurs objectifs tout en utilisant un système préalablement développé. Ce scénario peut représenter une situation actuelle ou prévoir une situation future pour laquelle un produit en cours de conception serait utilisé (Gudjonsdottir, 2010). Hutchins a identifié un nombre de catégories d'informations permettant de construire un modèle de scénario (Hutchins, 1988 ; Hutchins, 1995) :

- L'utilisateur de la solution. Il s'agit d'explicitier les variables propres au profil utilisateur impactant ses attentes vis-à-vis du produit ou service (exemple : sa fonction, sa formation, son expérience professionnelle).
- Les tâches futures à effectuer lors de l'emploi de la solution. Leur descriptif (actions humaines et éléments en interaction) et le type de déroulement (enchaînement séquentiel, linéaire ou itératif). Pour illustration, dans le cas d'un logiciel, il s'agit de montrer l'enchaînement des écrans avec les choix des menus de navigation.
- La liste des acteurs qui sont parties prenantes lors de l'exécution de ses tâches.
- Les ressources nécessaires dans l'atteinte des objectifs des différents acteurs et dans la réalisation de leur tâche.
- Le contenu et la structure des informations nécessaires et attendues permettant l'exécution des tâches.
- Les tâches actuellement réalisées comprenant leur descriptif, les livrables de sortie, les destinataires de ces livrables.

Les scénarios d'usage se présentent comme des outils d'aide à la conception. Ils constituent un support à la découverte des besoins et pratiques des utilisateurs. Ils sont donc des supports pour amener à de nouvelles idées pour répondre aux manques identifiés. Ils permettent également aux concepteurs de se transposer dans leurs conditions de travail pour vérifier la pertinence du produit ou service en cours d'élaboration. Les personas peuvent être utilisés au sein des scénarios pour décrire concrètement des situations d'usage et ainsi mieux peaufiner et évaluer le concept (Carroll, 1997). Durant chaque étape d'élaboration, le concepteur doit s'interroger sur la réponse qu'apporte la solution mise en œuvre aux besoins ressentis par les différents personas. Il doit également se demander dans quelles mesures la solution est acceptable et utilisable par les dites personnes en interaction (Baxter et Courage, 2005).

Dans tous les cas, ces trois objets intermédiaires de conception (profils d'utilisateurs, persona, scénario d'usage) permettent de construire un langage commun entre les concepteurs ainsi qu'entre les concepteurs et les utilisateurs afin de faciliter la compréhension de toutes les parties prenantes d'un projet d'innovation.

Pour conclure, la conception centrée utilisateur est une philosophie et une démarche en conception visant à coupler un besoin et une offre. Dans un premier temps, la doctorante étudie comment sont analysés les problèmes existants ou émergents chez un client. Dans un second temps, cet état de l'art présente les outils et méthodes pour générer des idées et décrire les besoins fonctionnels de solutions répondant aux problèmes identifiés.

## 6. Analyse des problématiques clients

### 6.1 Définition d'un utilisateur

Comprendre les problèmes des utilisateurs est une phase nécessaire dans le développement d'une innovation. La littérature démontre que le terme « *utilisateur* » (ou « *user* ») a été banalisé. Norman et al (1995) a été un des premiers auteurs à évoquer la notion d'« *expérience utilisateur* » (ou « *user experience* »). Cette expression englobe toutes les caractéristiques de l'interaction d'une personne avec un système. Alben (1996) met l'accent sur la « *qualité de l'expérience* » c'est-à-dire l'ensemble des émotions des utilisateurs, leur compréhension du fonctionnement du système avec lequel ils interagissent ainsi que l'atteinte de leurs objectifs. La théorie de l'activité et la cognition distribuée proposent de concevoir le produit utilisé comme un médiateur entre l'utilisateur et l'activité. Par conséquent, la notion d'« *utilisateur* » est dépendante de son environnement. Un individu est alors utilisateur lorsqu'il interagit avec un système. Cette activité fait émerger des sensations positives ou négatives (satisfactions ou frustrations) et permet d'atteindre de façon plus ou moins efficiente des buts. Redström (2006) vient corroborer cette définition : « *à partir du moment où une personne se tourne vers un objet, l'invite à faire partie de son monde, en prend possession, il se pourrait qu'elle décide de commencer à l'utiliser pour atteindre quelque but ; et à partir du moment où elle commence à utiliser l'objet, elle devient « utilisateur ». Le rôle central de l'objet dans la définition de ce qu'est un « utilisateur » vient du fait qu'il n'y a pas d'utilisateur d'objets qui n'existent pas.* ».

Du terme « *utilisateur* », découlent plusieurs concepts comme l'« *utilisabilité* » et l'« *utilité* ». L'« *utilisabilité* » fait référence à la « *capacité d'un produit employé par des utilisateurs spécifiés à atteindre des buts spécifiés avec efficacité, efficience, et satisfaction dans un contexte spécifié d'utilisation* » (ISO, 1998). D'un autre côté, l'« *utilité* » a été définie comme (Davis, 1989) « *le niveau de conviction d'une personne percevant l'utilisation d'un système particulier comme un moyen d'amélioration des performances dans son activité* ». L'utilité et l'utilisabilité sont deux critères impactant la valeur perçue par un acteur vis-à-vis d'un produit (Yang et al, 2016). La valeur perçue a été définie (Dodds et al, 1991) comme le ratio entre les bénéfices perçus et les sacrifices perçus. Zeithmal (1988) propose de la définir comme une évaluation globale de l'utilité d'un produit par le consommateur. Cette évaluation est basée sur leur perception de ce qui est reçu et donné. Ainsi, l'utilité et l'utilisabilité impactent la valeur perçue. Ils permettent donc d'anticiper sur l'utilisation effective d'un produit et donc sur la conversion d'un individu quelconque en utilisateur.

Comme énoncé, l'utilisateur évalue le produit avec lequel il est en interaction. Il constitue donc une source d'information pour le processus d'innovation et en particulier pour la phase d'identification des opportunités comprise comme une étape de découverte des problématiques clients. Des recherches en innovation et marketing ont démontré que cette phase devait être réalisée en ciblant non pas

uniquement des utilisateurs quelconques mais aussi des « *lead users* » pour Von Hippel (1988) et des « non clients » pour la Stratégie Océan Bleu (Kim et Mauborgne, 2015). Les « *lead users* » font face à des problématiques bien avant la majorité des utilisateurs sur le marché (Von Hippel, 1988). Ils représentent donc une source d'informations clés pour découvrir les problèmes chez les clients et pour anticiper sur la phase de génération des idées.

Par ailleurs, deux catégories d'utilisateurs existent. Buur et Windum (1994) distinguent :

- **Les utilisateurs primaires ou utilisateurs finaux** : ils emploient le produit pour effectuer les tâches pour lesquelles le produit a été conçu. Les auteurs prennent l'exemple d'un conducteur de camion.
- **Les utilisateurs secondaires** : ils n'emploient pas le produit pour les mêmes tâches que les utilisateurs finaux. Par exemple, les personnels de maintenance et de réparation interviennent dans cette catégorie.

En général, le terme « *utilisateur* » se réfère aux utilisateurs primaires.

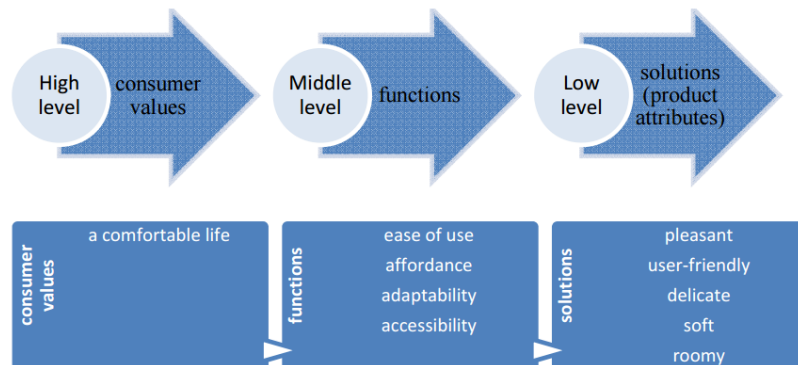
Certains acteurs ont un comportement de type offensif. Ce comportement consiste à saisir des opportunités en vue d'améliorer sa situation (Montoussé, 2008). Par conséquent, si les acteurs interagissant avec les utilisateurs primaires voient un intérêt personnel à ce que les utilisateurs finaux acceptent un produit alors ils seront moteurs dans son adoption. En se référant de nouveau à la définition de l'« *utilité* », percevoir un intérêt personnel signifie présager d'une augmentation de performances dans les activités propres d'un individu.

Pour conclure, il est donc nécessaire de cibler les utilisateurs et les acteurs qui interagissent avec eux pour comprendre les problématiques des clients et ainsi concevoir un produit ou service permettant d'augmenter les performances des activités pour ce groupe d'individus identifiés.

## 6.2 Définition d'un « *Customer Concern* » et des méthodes d'élicitation

L'expression « *Customers Concerns* » est équivalente à « *customer pains* » ou « *douleurs clients* ». Osterwalder et al (2015) décrivent ces douleurs comme « *quelque chose qui ennuie les clients avant, pendant et après la réalisation d'une tâche ou qui les empêche de réaliser la tâche. Les « pains » sont également les risques c'est-à-dire les résultats potentiels non souhaités relatifs à la réalisation d'une tâche.* ». De nombreux autres auteurs corroborent cette définition. Power (2014) évoque les « *pains* » comme les problèmes que les clients veulent résoudre : des demandes provenant de leurs propres clients, des contraintes de temps et de budget, des dysfonctionnements relatifs aux produits et services, des risques pour leur carrière professionnelle. Les « *Customer Concerns* » ont également été définis (Markkula et al, 2011) comme les perceptions des utilisateurs relatives à leurs insatisfactions à atteindre leurs buts. Les perceptions ont été caractérisées comme les manières dont les utilisateurs ou des acteurs plus génériques déterminent et expliquent un problème donné. Les « *concerns* » sont les expressions négatives de ces perceptions (Rizzo et al, 2015). D'autres chercheurs (Mogendorff et al, 2013) décrivent ces « *concerns* » comme les émotions des utilisateurs relatives aux insatisfactions. Ces émotions négatives peuvent être expliquées par la mise en évidence de dysfonctionnements dans le couplage entre un individu et son environnement. Par couplage est entendu l'ensemble des interactions entre un individu et son système environnemental. Ces interactions sont déterminées par des « *affordances* », c'est-à-dire des opportunités d'action. Gibson (1977) a été le premier à faire émerger cette notion d'« *affordance* ». Il définit ce terme comme l'ensemble des propriétés relationnelles d'un individu-environnement. Selon Woods et Roesler (2007), les « *affordances* » existent lorsqu'un artefact, dans le contexte d'usage, permet aux acteurs de percevoir, décider et agir dans leur environnement. Burlamaqui et Dong (2016) montrent que certains utilisateurs ont parfois des

difficultés à percevoir les « *affordances* » prévues par les concepteurs d'un objet. Cette observation illustre le fait que les « *concerns* », définis comme les expressions négatives des perceptions d'usage, peuvent être reliés à certains types d'« *affordance* ». Par ailleurs, Bouchard et al (2009) propose la méthode « *values-function-solution chaining* » (voir **Figure III-5**).



**Figure III-5 : Représentation du chaînage « *value-function-solution* » (Bouchard et al, 2009)**

Cette méthode met en exergue les relations existant entre les attributs tangibles et intangibles d'un produit (« *solution* ») et les bénéfices recherchés par le consommateur (« *function* ») pour atteindre ses valeurs individuelles (« *values* »). L'instanciation des liens est réalisée par l'équipe de travail tout au long du processus de conception d'un nouveau produit. La partie « *function* » du modèle « *values-function-solution chaining* » inclut la notion d'« *affordance* ». En effet, les attributs d'un produit peuvent avoir des conséquences dites fonctionnelles sur l'utilisateur. Ces dernières dérivent de l'usage ou des principales opportunités d'action d'un système. L'identification d'un dysfonctionnement dans le chaînage « *values-function-solution* » par rapport à des produits existants pourrait guider l'identification de « *Customer Concerns* ».

La phase de découverte et spécification des « *douleurs clients* » fait partie intégrante du processus NPD<sup>19</sup>. Elle permet de s'assurer que le produit ou service conçu répond aux problématiques que les clients souhaitent résoudre pour leur « *jobs-to-be-done* » (Christensen, 2013). Pour les identifier, plusieurs façons de procéder existent (Pizelle et al, 2014) :

- **Les entretiens** : il s'agit d'interroger des utilisateurs primaires ou secondaires. Cette méthode permet de collecter des informations sur l'expérience de projets passés. L'entretien peut être mené de façon exploratoire ou semi-directive. Dans le premier cas, l'intervué a tout le loisir d'approfondir son discours, ses « récits de vie » sans être réorienté par des questions intermédiaires. La reformulation permet de relancer l'échange. Dans le deuxième cas, des questions ouvertes suivies de relances permettent de recentrer le déroulement de l'interview sur la compréhension du contexte socioprofessionnel et environnemental de la personne interrogée.
- **L'observation** : le but est d'intégrer le terrain dit « naturel » de l'utilisateur pour l'observer dans la réalisation de ses tâches. Une phase de description succède à l'observation : des croquis, des photographies, des échanges retranscrits sur le vif sont reportés et documentés. Comme évoqué, Radical Innovation Design est une méthodologie permettant d'explorer le « *Front End of Innovation* » (Yannou, 2015). Une des premières étapes consiste à définir les problèmes des clients. Pour cela, il s'agit d'observer les clients en situation d'usage pour identifier et caractériser les problèmes qu'ils rencontrent dans leurs activités, puis d'organiser ces problèmes ou « *pains* » en relations de causes et d'effets dans un graphe de causalité.

<sup>19</sup> NPD : « *New Product Development* » (voir liste des abréviations).

- **Des recherches documentaires** : dans ce cas, des informations sont collectées à partir de base de données de projets précédents ou encore à partir de sources extérieures à une entreprise (Internet par exemple). Le croisement de sources permet de lever un doute. Zhan et al (2007) décrit les « *Customer Concerns* » en élaborant une extraction de phrases énoncées lors de revues ou interviews clients sur internet.

Comprendre les méthodes pour identifier les « *Customer Concerns* » n'est pas suffisant. Il s'agit désormais de les décrire. Pizelle et al (2016) proposent des catégories d'informations pour les caractériser :

- **Les causes** : Un problème est connecté à un système. Il existe des causes à l'origine du problème.
- **Les effets** : Le problème a des conséquences souvent non désirées.
- **Les palliatifs** : Les utilisateurs mettent parfois eux-mêmes en place des solutions plus ou moins efficaces et pérennes pour répondre à leurs difficultés. Ces palliatifs ne sont pas spontanément révélés lors d'interviews. L'observation in situ permet de les mettre en exergue.
- **Les critiques des palliatifs** : La solution ne soigne souvent qu'en apparence et agit sur les conséquences visibles du problème sans s'attaquer aux causes.

Une fois identifiés et décrits, les « *pains* » sont considérés comme des outils pour déterminer les besoins clients eux-mêmes transcrits en exigences clients. Ce sont donc des informations nécessaires à l'étape de génération des idées dans la phase amont du processus d'innovation « *Fuzzy Front End of Innovation* » mais également dans la phase de développement du produit. Les trois notions « *pains* », besoins et exigences sont étroitement liées.

Un « *requirement* » est considéré comme « *une caractéristique que le concepteur doit apporter à la solution lors de sa conception* » (Chakrabarti et al, 2004). Dorfman et Thayer (1990) normalisent dans IEEE la définition en décrivant une exigence comme :

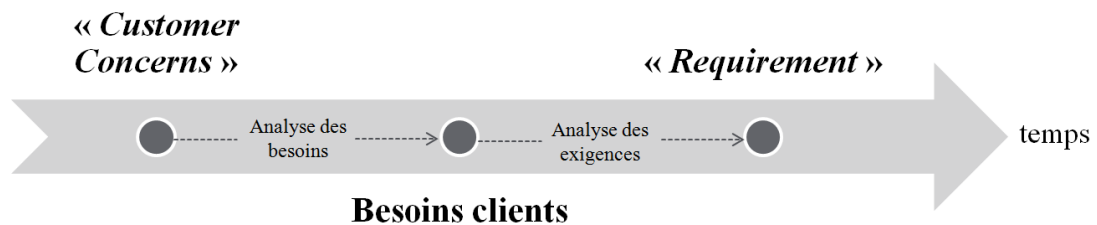
- Une condition ou capacité requise par l'utilisateur pour résoudre un problème ou atteindre un but.
- Une condition ou capacité que doit posséder un système ou le composant d'un système pour satisfaire un contrat, une norme, une spécification ou d'autres documents formels imposés.
- Une représentation documentée d'une condition ou capacité énoncée ci-avant.

Un besoin est un désir identifié parmi les parties prenantes du projet d'innovation (ici les utilisateurs primaires ou secondaires) (Eodice, 2000). Il est également défini comme une caractéristique psychologique qui incite un organisme à se mettre en action pour atteindre un but (Online Dictionary and Translations, 2015). La notion de « *mise en action* » permet de rebondir sur la théorie des pratiques appartenant au domaine des sciences sociales. Cette théorie explique que le comportement observable des individus est la conséquence de l'existence et de l'interdépendance entre (Shove et al, 2012) :

- **Les significations** : les attentes, les croyances, les buts, les émotions, humeurs, idées ou aspirations provenant de la mise en action, de l'exécution de tâches.
- **Les compétences** : connaissance et aptitudes pour mener à bien une tâche.
- **Le matériel** : les outils et infrastructures nécessaires à la tâche.

Cette théorie considère une pratique comme une entité faisant interagir ces trois éléments. Elle propose de se recentrer sur leur analyse et non sur les individus. Cette méthode d'analyse constitue une aide à la formulation des besoins clients.

Pour conclure, les « *Customer Concerns* » représentent des difficultés ou émotions négatives ressenties par les utilisateurs primaires ou secondaire en situation d’usage. Ces douleurs sont ensuite transposées en besoins clients pour comprendre leurs aspirations et donc ce qui les met en action. L’analyse des exigences est un processus clarifiant les besoins pour les transformer en « *requirements* » (exigences) à savoir ce que doit posséder comme caractéristiques un produit ou un service (Arikoglu, 2011). La **Figure III-6** positionne les transformations des trois notions précédentes (« *concerns* », besoins clients et « *requirement* ») dans le temps.



**Figure III-6 : Processus de transformation d’un « *Customer Concern* » en « *requirement* »**

### 6.3 Analyse des limites des méthodes d’éllicitation des « *Customer Concerns* » par rapport à la question de recherche

#### 6.3.1 Limite des méthodes

Comme spécifié dans le paradoxe n°2, la valeur d’un concept d’offre diffère selon les acteurs d’une entreprise. Ceci met en exergue la nécessité de lister les fonctions archétypales de ces acteurs pour identifier les opportunités effectives de création de valeur associables à l’introduction d’une innovation dans l’organisation de ces acteurs. Pour rappel, la valeur a été définie comme (AFAV, 1994) : le rapport du degré d’adéquation de la solution au besoin d’un acteur sur le coût de la solution. La littérature montre que les « *Customer Concerns* » représentent les problèmes que les clients veulent résoudre. Ils sont ensuite transposés en besoins clients. Ils constituent donc des opportunités de création de valeur. Par conséquent, tenir compte du paradoxe n°2 signifie associer les fonctions archétypales d’acteurs aux « *Customer Concerns* ». La littérature a également montré que les douleurs clients sont caractérisées par leurs moyens d’identification et de description. Par conséquent, associer les fonctions archétypales d’acteurs aux « *Customer Concerns* » signifie faire apparaître ces fonctions lors de l’analyse des problématiques clients. Parmi les moyens d’identification de ces « *pains* » se retrouvent :

- **Les entretiens, les recherches documentaires ou l’observation** : Dans ce cas, il s’agit de lister les « *Customer Concerns* » des utilisateurs primaires ou secondaires d’une offre (produit ou service). Or, d’autres types d’acteurs (exemple : des décideurs, des prescripteurs ou des entités fixant des règles à respecter dans l’entreprise) peuvent être impactés par les mêmes « *Customer Concerns* » que les utilisateurs. Ils peuvent également ressentir des « *concerns* » différents mais en lien avec les objectifs de découverte des problématiques clients. Ainsi, ne pas être capable de lister l’ensemble des « *Customer Concerns* » en relation avec les objectifs stratégiques du fournisseur de solutions OT peut amener à des rejets du concept d’offre. Il est possible d’illustrer une telle situation. Un des objectifs ciblés par un fournisseur OT est de développer des offres favorisant la convergence IT OT. Dans ce cadre, plusieurs problèmes clients peuvent être listés. Ils concernent une entreprise manufacturière :

- ✓ **La difficulté n°1** : Planifier des actions de maintenance préventive. Cette douleur est essentiellement ressentie par le responsable de maintenance.
- ✓ **La difficulté n°2** : Optimiser les stocks de matière première. Cette difficulté est ressentie par le responsable de production.
- ✓ **La difficulté n°3** : Supprimer les impacts négatifs des mises à jour des systèmes IT sur la disponibilité des systèmes OT. Ce « *pain* » est lié à la fonction du responsable informatique.

Il est ici supposé que les entretiens ou observations ont permis d'interroger le responsable de maintenance et le responsable de production. Ce sont les utilisateurs (primaires et secondaires) des systèmes OT. Ainsi, les difficultés n° 1 et n°2 sont identifiées et non la difficulté n°3. Les modèles du « *Fuzzy Front End* » montrent qu'une phase d'élaboration des concepts succède à l'étape de compréhension des « *pains* ». Dans le cas illustré, un concept pourrait être : un système technologique transférant des données de l'OT (ex : « *PAC, PLC and Controllers* ») vers la « *Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur* » (GMAO) ou le « *Manufacturing Executive System* » (MES). Un type de données échangées serait l'état des actifs (voir **Figure II-5**). Cela comprend par exemple le cumul des temps de fonctionnement de chaque machine de production. Cette donnée pourrait être envoyée à la GMAO. Cette application IT pourra alors planifier les actions de maintenance préventive en fonction de l'atteinte d'un seuil de cumul des temps de fonctionnement machines. Un second type de données qui pourrait transiter ainsi serait le statut des ordres de production (voir **Figure II-5**). Grâce à ces données, le MES serait capable de calculer la quantité de matières premières consommée et donc de gérer les stocks de production. Ainsi, cette connexion technique entre des composants OT et IT permet de répondre à la difficulté n°1 et n°2. Cependant, cette connexion peut être également la cause de dysfonctionnements de machines de production et ce, du fait de dysfonctionnements associés à la mise à jour de systèmes IT. Ce « *pain* » est la difficulté n°3 gérée par le responsable informatique. Dans ce contexte, ce dernier peut refuser de connecter les composants OT aux composants IT (GMAO, MES). En effet, il est possible qu'il préfère pouvoir mettre à jour les systèmes IT sans avoir à se préoccuper des risques d'impacts négatifs sur l'OT. Ainsi, il ne s'agit plus d'identifier uniquement les « *Customer Concerns* » des utilisateurs des systèmes OT. Les moyens d'identification de ces « *concerns* » doivent considérer l'ensemble des acteurs ayant un lien direct ou indirect avec l'OT.

Par ailleurs, les moyens de description des « *Customer Concerns* » doivent également tenir compte du paradoxe n°2. Ceci implique d'ajouter une variable pour caractériser les « *pains* ». Cette variable est : les acteurs. Il s'agit de toutes les personnes qui ressentent la difficulté considérée. Cet enrichissement dans la description des « *pains* » permet également d'anticiper sur la phase d'élaboration des concepts d'offre. Les fonctions archétypales d'acteurs associés au « *Customer Concern* » sont alors considérées lors de l'élaboration de solutions en réponse aux problématiques clients. Le but est d'élaborer des concepts qui correspondent à ces acteurs spécifiques. Cet aspect sera développé dans la section 7.

### 6.3.2 Question de recherche spécifique n° 1

En se fondant sur la description d'un Customer Concern, leurs méthodes d'élicitation et leurs limites, une question de recherche spécifique émerge :

#### Question de recherche spécifique n°1 :

En quoi associer les fonctions archétypales d'acteurs des entreprises clientes des solutions OT aux moyens d'identification et de description de leurs « *Customer Concerns* » est pertinent pour élaborer des concepts d'offre qui ne soient pas rejetés par ces acteurs ?

Pour rappel, le terme « associer » de la question signifie ici faire apparaître et considérer les fonctions archétypales d'acteurs pour identifier et décrire des « *Customer Concerns* ».

### 6.3.3 Hypothèses de recherche

L'hypothèse n°1 est :

- Cibler les fonctions archétypales d'acteurs à interroger ou observer pour lister les « *Customer Concerns* »
- Spécifier les fonctions archétypales d'acteurs qui ressentent les pains dans la description des « *Customer Concerns* »

permet d'élaborer des concepts qui ne sont pas rejetés par les acteurs des entreprises clientes des solutions OT.

## 7. Définition des besoins fonctionnels de solutions et génération d'idées en réponse aux problématiques clients

Dans une entreprise, un utilisateur primaire ou secondaire recherche un couplage entre un produit ou service et ses besoins déduits des « *Customer Concerns* ». Les prochains paragraphes exposent quelques méthodes permettant de définir les besoins fonctionnels de solutions ou de générer des idées en réponse aux « *concerns* ».

### 7.1 Définition d'une technologie

De nombreux auteurs se sont positionnés par rapport à la notion de technologie. Boly en propose une définition : « *la technologie fait partie de l'activité humaine. Elle consiste en l'asservissement de moyens physiques (une matière première par exemple) et de forces naturelles (des réactions chimiques par exemple) en vue d'un objectif précis (exemple : obtenir de l'énergie de chauffage).* » (Boly, 2008). Ainsi, la technologie mobilise des machines et des connaissances pour créer des produits destinés à une utilisation spécifique. La synthèse de la description proposée par Brian Arthur (2009) corrobore la précédente définition. Selon lui, il s'agit d'un ensemble de pratiques et de dispositifs. Par ailleurs, une technologie prise de manière singulière permet à un être humain d'atteindre un but. Cette dernière est également perçue comme un point d'entrée à la résolution de problématiques humaines. Miles (1995) définit la technologie comme l'ensemble des moyens outillant le processus de compréhension du monde naturel pour résoudre des problèmes pratiques. Li-Hua et Khalil (2006) décomposent la notion de technologie en quatre éléments : la technique, la connaissance, l'organisation et le produit. La technique regroupe les instruments de travail (machines et outils), les matériaux et la manière dont ils sont amenés dans leur état fonctionnel. La connaissance est, elle, comprise comme : les sciences appliquées, les compétences ou l'intuition. La technique et la connaissance doivent être organisées pour apporter des résultats. Les choix organisationnels reposent essentiellement sur des réalités socio-économiques et reflètent la structure sociale de la société. L'obtention d'un produit est le but ultime de l'association des trois composantes précédentes : technique, connaissance et organisation.

La technologie est complexe. Des liens existent entre les quatre éléments décrits ci-avant. Boly (2008) propose une illustration de ces liens : « *La technologie, par exemple, intègre la mise en cohérence entre les caractéristiques d'un produit, les compétences des employés de production et des commerciaux et les modes de rémunération de l'entreprise.* ». Une modification d'une des composantes de la technologie entraîne un changement sur une autre. Par ailleurs, la technologie



dépend des métiers considérés. Ainsi, en production le terme n'a pas le même sens qu'en recherche et développement. Dans le premier cas, il s'agit, par exemple, des équipements de production et des méthodes et techniques permettant de contrôler cette dernière. Dans le second, les dessins et plans industriels ou encore les connaissances scientifiques nouvelles sont évoqués. D'autre part, la technologie subit les influences sociales et culturelles. Crozier et Friedberg (1977) parle de « *construit humain* ». La technologie et ses conséquences dépendent donc de l'organisation dont elle est issue (Eraly, 1995). Pour illustration, la médecine progresse afin de répondre à un souhait d'accroissement de la durée de vie. La technologie évolue également au cours du temps. Elle possède un cycle de vie décrit par la courbe en S de Foster (1986). Cette représentation montre les différentes phases de la performance d'une technologie en fonction du temps.

La définition de la technologie atteste de sa complexité. Associer la « *bonne solution* » à un besoin client nécessite donc des outils présentés dans les paragraphes qui suivent.

## 7.2 Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle est une technique permettant de définir et décrire les exigences clients déduites des besoins. La liste des besoins n'est pas suffisante pour concevoir un produit ou un service. Un langage formel est nécessaire pour guider les concepteurs (Ulrich et Eppinger, 2011). Ces exigences sont l'ensemble des fonctions que doit comporter un produit pour répondre aux besoins client. En ingénierie de la conception, une fonction peut prendre différentes significations. Vermaas (2009) définit cette notion de trois manières :

- **Le comportement désiré du produit** : ceci est relatif à toutes les opérations sur les flux de matières, d'énergie et les signaux électriques. Un exemple serait : « serrer ou desserrer une vis ». Dans ce cas, il s'agit de transformer la force humaine en couple.
- **Les effets désirés du comportement d'un produit** : un anti-vibrateur aura pour effet de « réduire les vibrations des cordes d'une raquette de tennis ».
- **Les objectifs des utilisateurs** : une fenêtre dans un habitacle de voiture va permettre de « procurer une visibilité sur les autres automobiles ».

L'AFNOR (1991) propose également de définir une fonction : « *l'action d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimée exclusivement en terme de finalité* ».

A ces fonctions exprimées de manière formalisée, sont associées des performances souhaitées ou contraintes. Les critères d'appréciation de ces contraintes sont appelés les « *spécifications produit* » (Ulrich et Eppinger, 2011). L'ensemble des fonctions, des critères d'appréciation et leur niveau constitue les « *exigences fonctionnelles* » dont voici un exemple dans le **Tableau III-2**.

**Tableau III-2 : Exigences fonctionnelles d'une raquette de tennis**

<u>Besoin</u>	<u>Exigences fonctionnelles</u>		
	<u>Fonction</u>	<u>Critère d'appréciation</u>	<u>Niveau des critères</u>
« <i>Je ne veux pas sentir de vibrations dans mon bras lorsque je frappe la balle de tennis</i> »	Réduire les vibrations des cordes d'une raquette de tennis	La fréquence de vibrations des cordes	Inférieur à 5Hz

L'ensemble des besoins et des exigences fonctionnelles est regroupé dans le cahier des charges fonctionnel.

L'analyse fonctionnelle est donc un outil d'aide à la conception permettant de se focaliser sur ce que doit permettre un produit ou service et non sur les solutions.

### 7.3 Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) est une méthode structurée permettant de traduire les besoins clients en spécifications pour l'entreprise. Ces spécifications concernent les différentes étapes du cycle de vie d'un produit : recherche, développement, production, marketing/ventes, distribution (Akao, 1990). La littérature montre que QFD permet d'atteindre plusieurs objectifs (Franceschini et Rossetto, 1995) :

- Définir les caractéristiques produit qui permettent de répondre aux besoins réels client.
- Rassembler toutes les informations nécessaires pour concevoir un produit ou service sans négliger aucun point de vue.
- Fournir un support pour un « *benchmarking* » de la concurrence.
- Préserver une cohérence entre le planning et le processus de fabrication d'un produit.
- Procurer un cheminement d'audit de la phase de fabrication d'un produit en remontant jusqu'aux demandes du client.
- Auto-documenter le projet durant son évolution.

La méthode est basée sur l'élaboration de matrices de qualité. La première est appelée « *voix du client* ». Elle permet d'associer les besoins clients (classés par ordre de priorité selon la stratégie de l'entreprise) à des réponses techniques. Plusieurs autres matrices sont ensuite utilisées. A chaque étape, une logique « *Quoi* »/« *Comment* » est développée (Jaiswal, 2012). Le « *Quoi* » constitue les exigences clients tandis que le « *Comment* » représente toutes les façons d'y répondre. A chaque étape, les « *Comment* » sont transposés en « *Quoi* ». Cette transformation est illustrée sur la **Figure III-7**.

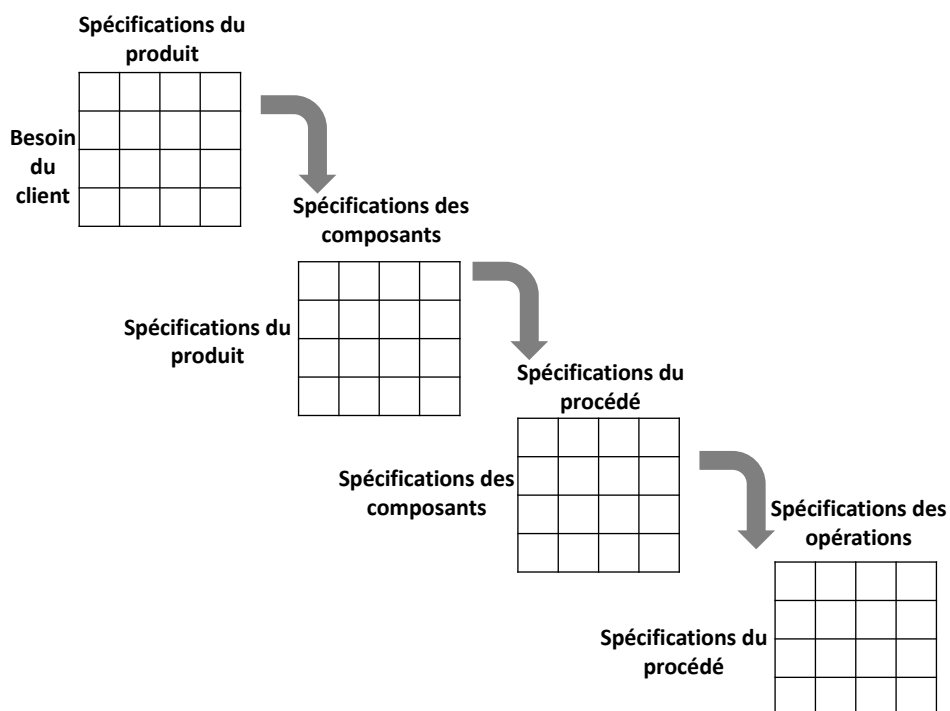


Figure III-7 : Les quatre étapes de la méthodologie QFD (Anderson et al, 2013)

QFD est également donc un outil d'aide à la conception permettant de se focaliser sur ce que veut le client et non sur une demande du management. Cet outil permet d'allouer les ressources de l'entreprise, de coordonner les compétences pour produire le produit final.

#### 7.4 Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC)

L'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) est une méthodologie d'analyse ascendante des défaillances d'un système (organisation, produit, processus, moyen, service). Elle permet de déterminer les sources potentielles de défaillance et comment ces défaillances affectent les performances du système (Jun et Huibin, 2012). Chaque défaillance potentielle est hiérarchisée selon la gravité de son effet, sa probabilité d'occurrence et ses criticités (Wang et al, 2015). La criticité est l'estimation du niveau de risque de défaillance. L'AMDEC a été appliquée à différents secteurs industriels comme l'automobile, l'aéronautique, le militaire, le nucléaire, l'électrotechnique. Un AMDEC vise à réduire le nombre de défaillances, réduire les temps d'indisponibilités après défaillance et améliorer la sécurité. La méthode se scinde en huit étapes (Kelada, 1994 ; Silvestri et al, 2012) : constitution de l'équipe de travail et identification du niveau de l'étude, analyse fonctionnelle, étude qualitative (liste des modes de défaillances, leurs effets et leurs causes), étude quantitative (évaluation de la criticité), hiérarchisation par niveau de criticité, la recherche et la prise d'actions préventives, réévaluation de la criticité, présentation des résultats. Le **Tableau III-3** donne un exemple d'une analyse AMDEC.

**Tableau III-3 : Exemple d'une analyse quantitative pour l'AMDEC**

Fonction du produit, ou opération du processus	Mode d'une défaillance potentielle	Effet de la défaillance	Causes possibles de la défaillance	Evaluation				Actions préventives		Résultats			
				D	O	G	C	Recommandées	Prises	D	O	G	NC
La lampe éclaire le bureau	La lampe n'éclaire pas le bureau et n'est pas stable.	Client très insatisfait	Absence d'ampoule	1	2	10	20						
			Absence de fixation mécanique de la lampe	2	2	5	20						
	L'éclairage de la lampe est rouge vif et grésille	Client insatisfait	Présence de peinture rouge sur l'ampoule	2	1	3	6						
			Faux contact électrique	5	5	3	75						
	L'éclairage de la lampe est faible.	Client insatisfait	Puissance d'ampoule trop faible	6	3	3	54						

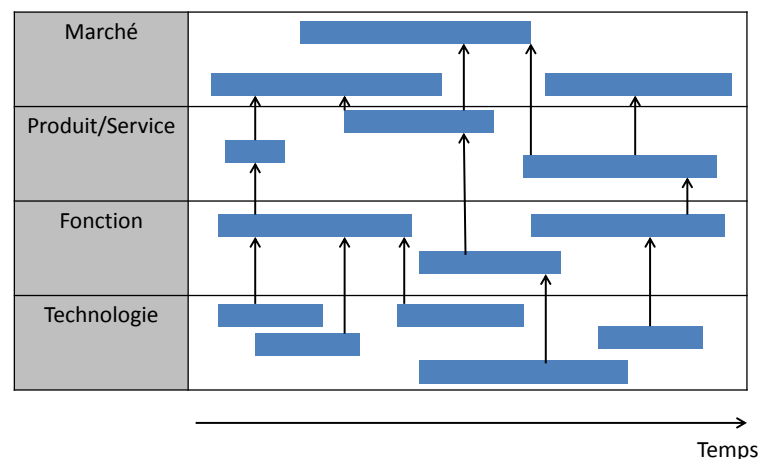
Dans le tableau, les lettres D, O, G, et C signifient respectivement « *Détection* », « *Occurrence* », « *Gravité* », et « *Criticité* ». La notation de ces variables se fait entre 1 et 10. La criticité est la résultante de la multiplication entre « *Détection* », « *Occurrence* » et « *Gravité* ». La gravité

représente les conséquences sur le client ou utilisateur. L'occurrence est la fréquence d'apparition d'une défaillance. La détection est le risque de non-détection.

Pour conclure, l'AMDEC inclut une phase d'analyse fonctionnelle et permet donc de traduire un besoin client en fonctions. Par ailleurs, elle constitue un support de réflexion et d'amélioration d'un produit ou d'un service en phase de conception et permet de prévenir des risques d'occurrence d'une défaillance.

## 7.5 Roadmapping

La « *roadmap* » technologique est un outil d'aide à la décision stratégique. Le champ d'application concerne les milieux industriels. La technique offre un moyen structuré pour explorer les relations entre les marchés émergents, les produits et les technologies au cours du temps. Le but est de s'assurer que les ressources technologiques au sein d'une entreprise sont alignées avec les objectifs stratégiques (Probert et al, 2003). La « *roadmap* » peut prendre différentes formes graphiques. Un exemple est donné en **Figure III-8**.



**Figure III-8: Représentation graphique d'une « roadmap » (Boly, 2008)**

Les principes de la « *roadmap* » reposent sur l'identification de technologies émergentes et sur leur positionnement sur une échelle de temps. A ces dernières sont associés des services rendus ou des fonctions. Une technologie peut être associée à des fonctionnalités complémentaires ou supplémentaires par rapport aux prestations actuelles de l'entreprise. Selon les cas, l'association est considérée comme une opportunité de développement ou comme une menace. Une réflexion est menée pour imaginer les produits avec les technologies émergentes ciblées auxquelles sont associées des fonctionnalités spécifiques. Enfin, une analyse de marché est réalisée afin d'investiguer les champs d'application possibles du produit ou service (Boly, 2008).

En conclusion, la « *roadmap* » est un outil d'aide à la définition de la stratégie technologique. Il s'agit également d'un support à la définition de nouveaux produits. Il permet d'accompagner la phase de créativité en innovation.

## 7.6 A la recherche de nouvelles idées

La démarche de l'école américaine « *Creative Problem Solving (CPS)* » facilite la recherche de couplage entre un produit ou service et un besoin (Kirton, 2003). Il s'agit d'une association entre un processus de résolution de problème et la pensée créative. La dernière version du processus CPS comporte quatre étapes majeures (Treffinger et al, 2003) :

- La compréhension le champ d'investigation : identification d'une opportunité de réflexion, collecter les données, délimiter le problème.
- La génération des idées : génération du plus grand nombre d'idées possible, évaluation et sélection de ces idées (des critères de jugement sont utilisés pour évaluer les solutions potentielles et décider de ce qui devrait être implémenté).
- La préparation pour la phase d'actions : gagner l'acceptation des parties prenantes et surmonter leur résistance au changement.
- La planification de l'approche : planification des tâches pour mettre en œuvre les solutions précédemment générées (Sousa et al, 2013).

Pour la génération d'idées, deux catégories de méthodes sont possibles : intuitive ou logique. Il est possible de citer pour exemple: le « *brainstorming* » classique, la « *method 635* » et la « *six thinking hats* » (Nieminen et Tyllinen, 2009).

- Le « *brainstorming* » est une technique de créativité de groupe. Des règles sont établies : la critique n'est pas permise, l'idée la plus saugrenue est la meilleure (pas de retenue), la quantité d'idées générées est importante (plus le nombre d'idées est grand, plus grande est la probabilité de développer une solution intéressante), les combinaisons et les améliorations sont recommandées (il s'agit de faire des suggestions d'amélioration et de contribuer aux idées des autres membres du groupe).
- La « *Method 635* » : Six groupes de personnes écrivent trois idées en cinq minutes. Ensuite, chaque membre donne son papier à la personne adjacente.
- Le « *Six thinking hats* » : Le problème est considéré sous différentes perspectives. Chacun des chapeaux est associé à un thème : l'information et les données, les sentiments et les intuitions, l'évaluation critique, le positivisme et l'optimisme, la créativité et le développement. Le dernier chapeau est réservé au facilitateur pour guider le processus. Chacun des chapeaux peut être utilisé à tout moment pour atteindre des buts spécifiques et spécifiés pour la session de créativité.

## 7.7 Analyse de la limite de ces méthodes par rapport à la question de recherche

### 7.7.1 Limites des méthodes

Comme spécifié dans le paradoxe n°1, un concept d'offre influe sur l'organisation d'une entreprise. Pour rappel, le terme « *organisation* » comprend les comportements des acteurs et leurs relations en entreprise. Or, les changements organisationnels impactent les performances de cette même entreprise. Ainsi, il est nécessaire d'anticiper ces changements lors de l'élaboration d'un concept. Le but est de favoriser l'acceptation du produit ou service au sein des entreprises clientes de solutions OT. Anticiper les changements organisationnels signifie donc :

- Lister tous les acteurs concernés et impactés par le concept d'offre. Ces acteurs sont toutes les personnes qui peuvent avoir une influence sur le rejet ou l'adoption d'une innovation.

- Identifier et caractériser les impacts du concept sur les caractéristiques des acteurs.
- Identifier et caractériser les impacts du concept sur les différents types de relations entre acteurs.

Les exigences à peine citées sont spécifiques à la phase de définition des besoins fonctionnels des solutions et d'association de ces solutions aux problématiques clients. Pour cette phase, différentes méthodes ont été recensées. Ces dernières permettent de transposer des besoins clients en fonctions d'un produit ou service. L'analyse fonctionnelle ou la démarche « *Creative Problem Solving* » en sont des illustrations possibles. L'outil « *Quality Function Deployment* » (QFD) propose également une méthode d'organisation des ressources de l'entreprise « *fournisseur* » pour générer l'offre OT. L'« *Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité* » (AMDEC) constitue un support d'amélioration des fonctions du produit ou services en anticipant sur leurs défaillances potentielles. La « *roadmap* » permet de réaliser la transposition inverse à celle de l'analyse fonctionnelle. Ainsi, des technologies émergentes capables de réaliser des fonctions décrites sont associées à un marché au sein duquel des clients ressentent des besoins.

Cependant, aucun lien n'est réalisé entre ces fonctions et les acteurs concernés par le concept d'offre au sein des entreprises clientes.

Tout d'abord, les méthodes ne permettent pas d'identifier les personnes qui influencent la définition des fonctions. Des exemples de tels acteurs sont les utilisateurs ou les entités fixant des règles à respecter dans l'entreprise (appelées « *entités réglementaires* »). Les personnes de cette catégorie seront appelées : acteurs concernés ou acteurs impactés par le concept d'offre.

Ces méthodes ne permettent pas de caractériser les impacts du concept sur les acteurs concernés. Pour illustration, un utilisateur peut avoir besoin d'un nouveau type de compétences pour mettre en œuvre un produit ou service. Ces compétences peuvent ne pas être à sa portée et ce constat peut susciter un comportement de rejet ou de réticence de sa part. Pour donner un exemple plus concret, il est possible de considérer un concept. Ce dernier permettrait l'échange de données entre un « *PAC, PLC and Controller* » (OT) et la « *Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur* » (GMAO) qui fait partie de l'IT. La GMAO serait capable de générer un ordre de maintenance lorsque le temps de fonctionnement des machines excède un seuil fixé. Cette offre répond donc au besoin de planifier les actions de maintenance préventive. Dans ce cadre, l'utilisateur de l'offre doit être capable de récupérer les données stockées dans un « *PAC, PLC and Controller* » (OT) et de les formater. Le formatage permet de rendre la structure des données interprétable pour un logiciel IT tel que la GMAO. Ainsi, les exigences de compétences par rapport à l'utilisateur sont : connaître les méthodes et zone de stockage de données d'un automate programmable industriel, connaître les structures des données stockées dans un automate, comprendre les méthodes de formatage de ces données, connaître le format de données compréhensibles pour la GMAO. Par conséquent, ses savoirs faire devront être orientés OT et IT. Si l'utilisateur au sein des entreprises clientes des fournisseurs OT s'avère être un automaticien, il devra élargir son champ de compétence à l'IT. La réciproque est vraie s'il s'agit d'un informaticien. Ceci peut être à l'origine du rejet du concept d'offre.

Les techniques explicitées ne permettent pas de caractériser les impacts du concept sur les relations entre acteurs concernés. Le même concept est considéré pour illustrer cet aspect. Dans ce contexte, le responsable de production aura besoin de donner au responsable informatique les droits d'accès aux données de l'automate contrôlant les machines. Un flux d'information lierait donc les deux acteurs. Cependant, le responsable de production peut s'avérer réticent car octroyer ces droits augmente les risques liés à la cyber-sécurité.

Pour conclure, tenir compte des manques précédemment identifiés permet de peaufiner le concept pour inhiber tout rejet.

### 7.7.2 Question de recherche spécifique n°2

La description et les limites des méthodes d'élaboration des besoins fonctionnels de solutions font émerger une nouvelle question de recherche :

#### Question de recherche spécifique n°2 :

En quoi identifier et caractériser les impacts d'un concept d'offre sur les relations et caractéristiques des acteurs concernés par ce même concept est pertinent pour élaborer des nouveaux produits ou services qui aient moins de chances d'être rejetés par ces acteurs ?

### 7.7.3 Hypothèse de recherche

L'hypothèse n°2 est :

- Identifier les acteurs concernés par un concept d'offre
- Comparer les fonctions d'un nouveau produit ou service aux caractéristiques des acteurs précédemment identifiés
- Caractériser les impacts du concept d'offre sur les relations entre ces acteurs

permet d'élaborer des concepts qui ont moins de chances d'être rejetés par les acteurs des entreprises clientes des solutions OT.

## 8. Représenter les scénarios et les jeux d'acteurs

### 8.1 Pourquoi s'intéresser au contexte social d'une innovation ?

Pour Rogers (2003), il existe un processus de diffusion de l'innovation. Les agents de changement appartiennent à un système social et sont des individus provocateurs du changement. Ils soutiennent l'adoption d'une innovation. L'expression « *agent du changement* » permet de supposer qu'une innovation est à l'origine de transformations organisationnelles. D'autres auteurs corroborent cette assertion. Bailey (1969) insiste sur les « *réorganisations de « valeurs » entraînées par l'adoption d'une innovation* ». De Sardan (1995) considère une innovation comme une « *greffe de techniques, de savoirs ou de modes d'organisation inédits (en général sous formes d'adaptations locales à partir d'emprunts ou d'importations) sur des techniques, savoirs et modes d'organisation en place.* ». Une innovation s'inscrit donc dans un système social et en modifie la structure. Un système social est composé de groupes sociaux dit « *stratégiques* ». En effet, les individus s'assemblent selon leurs différents intérêts, problèmes et représentations (Evers et Schiel, 1988). Des relations d'antagonismes, de contradictions ou de coopérations structurent ce réseau de « *groupes stratégiques* ». Par conséquent, une innovation peut s'avérer utile pour certains et en desservir d'autres. L'innovation devient alors un enjeu (Barlett, 1980). Or, ces groupes sociaux ne sont pas figés une fois pour toutes. Leur agrégation dépend des enjeux du système considéré (De Sardan, 1995). Par conséquent, une innovation bouscule la configuration des groupes stratégiques et donc les relations organisationnelles au sein d'un système social. Or, chaque entité dispose d'un certain niveau de pouvoir. Le pouvoir peut être défini comme l'influence d'un acteur A sur un acteur B pour faire quelque chose. Cette influence s'appuie sur des moyens d'actions tels que l'utilisation d'informations, l'emploi d'actions coercitives ou de menaces (Knoke, 1990). Dans le cas où l'innovation dessert les intérêts d'un groupe stratégique ayant un niveau d'influence élevé, le nouveau produit ou service proposé risque d'être confronté à un

rejet. Comme démontré précédemment, les macro-activités du « *Fuzzy Front End* » ne tiennent pas explicitement compte des changements de structure sociale dus à l'introduction d'un nouveau produit ou service. En effet, il s'agit seulement d'analyser les problématiques clients et d'y associer des solutions. L'actuel état de l'art synthétise les différents concepts, théories ou méthodes existants pour caractériser le contexte social et la transformation inhérente à l'introduction d'une innovation.

## 8.2 Etude ethnographique

La méthode ethnographique est une méthode basée sur une forte interaction avec le terrain. Il s'agit d'une immersion dans un système social afin de comprendre le contexte d'utilisation d'un système et les différentes interactions existantes (Bentley et al, 1992 ; Hughes et al, 1994 ; Suchman, 1983). Althabe (1990) propose de définir l'ethnographie comme « *une description à travers l'observation participante et une batterie de dispositifs conceptuels pouvant être utilisés pour appréhender le niveau de la réalité sociale désigné comme le quotidien ou le micro-social* ». Les dispositifs font ici référence à l'action de participer aux différentes activités du groupe d'individus soumis à l'étude. D'autres auteurs étayaient cette définition. Llobera (2003), par exemple, décrit l'ethnographie comme une longue période d'immersion (au minimum une année) au sein des activités quotidiennes d'une communauté de personnes. Il s'agit de combiner observations et participations.

Plusieurs objectifs sont associés à cette méthode (Llobera, 2003 ; Macaulay et al, 2000). Tout d'abord, elle permet d'appréhender le contexte d'utilisation d'un système, les pratiques d'interactions sociales ainsi que les sensibilités des communautés. Par ailleurs, elle permet d'avoir un cadre d'observation afin de décrire les relations entre les individus et les technologies (Dourish, 2006). Cette approche trouve une de ses applications en marketing. Dans ce cas spécifique, le terme d'ethnographie orientée marché est évoqué. Il s'agit de centraliser son observation sur les comportements de consommation des individus constituant un marché pour un produit ou un service (Arnould et Thompson, 2005).

Malinowski (1996) introduit des principes pour mener des études ethnographiques. Selon cet auteur, il est nécessaire de :

- « *Recueillir des données concrètes sur une grande série de faits* ».
- « *Saisir les impondérables de la vie authentique* » en se mélangeant aux individus du groupe social.
- Tenir un journal et citer les « *verbatim* » des individus.
- Interroger les personnes du système social.
- Identifier les « *façons typiques de penser et de sentir qui correspondent aux institutions et à la culture d'une communauté donnée* ».

Par ailleurs, Adler (2005) évoque trois types d'observations pour recueillir les données sur le terrain.

- **L'observation participante périphérique.** L'observateur fait partie du groupe social étudié et participe aux activités comme un individu du groupe. Son rôle n'est pas prépondérant.
- **L'observation participante active.** L'observation participe également aux activités du groupe en tentant de s'octroyer un rôle important.
- **L'observation participante complète.** L'observation est un membre investi et impliqué parce qu'il était partie prenante du phénomène étudié ou parce qu'il l'est devenu après son intégration dans le groupe.



### 8.3 La méthode des personas

Les personas sont des modèles descriptifs d'utilisateurs archétypaux. Ils constituent une généralisation des buts, motivations et comportements de plusieurs individus (Marshall et al, 2015). D'autres auteurs viennent élargir cette définition et proposent de considérer les personas comme des personnages fictifs représentant les besoins, exigences, buts et caractéristiques personnelles d'un groupe d'utilisateurs (Cooper, 1999 ; Pruitt et Adlin, 2006).

Dans le domaine du développement de systèmes, les chercheurs ont utilisé cette typologie de représentation en conception centrée utilisateur ou encore en ingénierie de l'utilité. L'enjeu est de se concentrer sur les besoins des utilisateurs plutôt que sur la technologie pour concevoir un nouveau produit ou service qui correspond à leurs exigences (Pruitt et Adlin, 2006). Ces modèles constituent des points de référence auxquels se rapportent les participants d'un projet durant les différentes activités du processus d'innovation. Par exemple, ils permettent d'outiller la phase de prototypage. L'objectif est de peaufiner les fonctions et le visuel d'un produit ou service ainsi que les modes et contextes de fonctionnement. En effet, les concepteurs n'ont pas nécessairement l'opportunité de se rapprocher d'utilisateurs réels pour recueillir leur retour et leurs ressentis concernant le nouveau produit ou service (Gudjonsdottir, 2010). Durant le déploiement du processus d'innovation, ils aident aux prises de décision et questionnent la validité des choix. Les modèles de personas peuvent être utilisés pour décrire les scénarios d'utilisation associés à un produit (Carroll, 1997). Dans le contexte actuel, un scénario est une description d'activité où un persona remplit un de ses objectifs en utilisant le système en cours de conception (Cooper, 1999) (Pruitt et Adlin, 2006). Ils peuvent également être utiles pour décrire une situation d'usage actuelle. Ces représentations se basent sur les besoins découverts en amont du processus de conception. Elles illustrent le ressenti en phase d'utilisation du nouveau système. Dans tous les cas, ces modèles de personas sont utilisés pour faciliter la communication entre concepteurs et apportent une aide à la prise de décision en conception (Marshall et al, 2015). Grudin et Pruitt (2002) affirment que la méthode des personas a des points communs avec l'ethnographie. Dans les deux cas, il s'agit de mettre en exergue les mécanismes psychologiques des individus pour comprendre leurs représentations et leur engagement.

Cooper (1999) a été le premier à introduire le terme « *persona* ». Pour cet auteur, il s'agit d'un outil puissant de visualisation des motivations, des objectifs et des capacités d'un individu. La visualisation passe par la représentation simple et réaliste de ces personas. A ces derniers sont associés : un nom, une photo et un ensemble d'informations démographiques comme l'âge ou encore le lieu de vie (voir **Figure III-9** ci-dessous).



1/photos/shantibasauri/7999215216

# Takako Kimura

28 ans, professeur d'Histoire à Kyoto

*Apprendre toujours plus et partager mes connaissances.*

Aisance numérique : ●○○○

Expertise domaine : ●●○○

Fréquence d'usage : Plusieurs fois pendant le séjour

Takako est une jeune femme qui enseigne l'Histoire dans un collège de Kyoto ; son travail la passionne.

Pour la première fois, elle et son compagnon Haru vont aller visiter Paris. Ils ont réservé leurs billets d'avion et un hôtel sur Internet. Takako a choisi la période du 5 au 19 juillet car elle sera en congés et elle avait très envie de voir le défilé du 14 juillet.

Elle a acheté un guide de voyage pour préparer des visites. Pendant le séjour, elle préférerait utiliser une application sur son iPhone car le guide imprimé est un peu lourd à transporter.

## Buts clés

- Visiter tous les lieux historiques de Paris.
- Faire certaines visites avec un guide qui parle le Japonais.
- Trouver des informations détaillées sur l'Histoire des lieux, des personnages etc.
- Conserver des traces de ses visites pour les présenter à ses élèves.

## Personnalité

- Curieuse, patiente et passionnée.
- Accorde de l'importance à l'esthétique des choses.
- Achète rarement des applications sur son iPhone.

Figure III-9: Représentation d'un persona (Jaouali, 2015)

Les personas sont fictifs mais sont basés sur une connaissance de réels utilisateurs. Une méthodologie de recherche qualitative et centrée utilisateur est nécessaire pour s'assurer de la représentativité des modèles créés (Gudjonsdottir, 2010). Certains auteurs ont proposé une démarche de création des personas. Pour exemple, Adler (2005) scinde son approche en trois macro-étapes : collecte des données, création de regroupements d'individus, description des personas. Dans son cas, la phase de collecte de données consiste à élaborer des questionnaires pour segmenter les futurs interviews c'est-à-dire pour choisir l'échantillon d'individus (selon l'âge, le rôle, et l'activité) et les questions à leur poser. Une fois les utilisateurs segmentés et filtrés (selon des critères de ciblage du marché par exemple), ils sont interrogés. Le but est de :

- Comprendre ce que les utilisateurs veulent accomplir et leurs motivations. Dans le cas où le produit en cours de conception est une machine, le but est de cerner les comportements qui inciteraient à utiliser cette machine plutôt qu'une autre.
- Poser des questions ouvertes pour décrire les besoins, désirs, comportements des utilisateurs dans les situations d'usage actuelles.
- Faire la distinction entre les tâches et les buts des individus.
- Comprendre pourquoi les individus ont fait ou n'ont pas fait certaines activités.

Les données collectées sont ensuite analysées pour trouver des mots-clés qui permettent d'identifier des variables comportementales c'est-à-dire caractérisant les comportements des différents individus. Pour exemple, ces variables sont : attitude face au changement, fréquence d'utilisation, qualité du service, prix. Ces dernières sont donc identifiées par le biais d'une démarche inductive. La création de regroupements d'individus consiste à positionner les différents entretiens par rapport à une échelle

qualitative de variables comportementales. Cette évaluation permet de trouver les groupes d'individus ayant les mêmes caractéristiques et ainsi commencer la phase de description des personas. Ces derniers doivent sembler réels et être une représentation fidèle du groupe d'utilisateurs. Un nom, une photo, une devise, des objectifs, une description synthétique sont associés au modèle (Adler, 2005). D'autres auteurs élargissent la démarche proposée ici par Adler. La phase de collecte de données peut s'appuyer sur d'autres méthodes comme : l'observation directe (en situation), une étude de la littérature (livres, publications, sites Web), des focus groups ou encore une analyse sectorielle (Jaouali, 2015). Par ailleurs, Cooper propose une liste de typologies de variables comportementales sur laquelle s'appuyer pour trouver les critères spécifiques de description des comportements (Cooper, 2004) :

- **L'activité** : Description des tâches de l'utilisateur, leur fréquence, leur volume.
- **L'attitude** : Identification du comportement face au domaine du nouveau produit.
- **L'aptitude** : Il s'agit de l'expérience, de la formation et de la capacité d'apprentissage de l'individu.
- **La motivation** : Déterminer les raisons de l'engagement de l'utilisation face au produit ou service en cours de conception.
- **Les compétences** : Les capacités de l'utilisateur relatives au domaine du produit considéré.

#### 8.4 « Actor Network Theory » (ANT)

L'« Actor Network Theory » (ANT) ou théorie de l'acteur réseau est une approche permettant d'étudier les phénomènes sociaux et leurs évolutions (Andrade, 2010). Un acteur est défini comme une entité capable de changer une situation spécifique considérée (Prado et Baranauskas, 2013). Ainsi, il peut être humain ou non. Law (1992) corrobore cette définition. L'auteur propose de voir un acteur comme une entité humaine ou non, capable de faire sentir sa présence à d'autres acteurs. Callon (1991) propose une liste de possibles acteurs non humains :

- **Les appareils** : Cela comprend de simples outils et des artefacts techniques complexes.
- **Les textes** : L'auteur considère la nature sémiotique des mots mais également leur support matériel.
- **L'argent** : Il est considéré comme un instrument d'échange et un réservoir de valeurs.

Ces derniers peuvent être considérés comme des acteurs dans la mesure où ils intègrent un potentiel de médiations et d'interaction avec d'autres acteurs par des moyens physiques ou cognitifs (Law, 2009). L'ANT propose de considérer l'ensemble des acteurs comme un réseau. En effet, des associations existent entre les entités et ont différentes caractéristiques (Prado et Baranauskas, 2013) :

- **Anisotropique** : Ce qui est exécuté à un moment et emplacement donné provient de différents lieux.
- **Asynchrone** : Les actions qui amènent les acteurs à interagir trouvent leur origine à différents moments.
- **Oligoptique** : Peu des participants d'une action spécifique sont visibles simultanément.
- **Hétérogène** : Les acteurs impliqués sont de différentes natures.
- **Isobarique** : Les participants qui interagissent ont différents niveaux d'influence.

La structure de ce réseau est dynamique. L'ANT vise à suivre les transformations de ces réseaux constitués de différentes entités (agents, machines, individus, objets) (Law, 1991). La théorie permet de comprendre comment les réseaux sont construits et maintenus, comment ils entrent en concurrence avec d'autres réseaux et comment ils se stabilisent ou non au cours du temps. Un réseau d'acteurs se configure grâce à l'enrôlement d'alliés humains ou non humains et ce, par le biais d'un ensemble de négociations. Le processus de construction de ces associations entre acteurs est appelé traduction. Il comporte quatre étapes (Callon, 1987) :

- **La problématisation** : Un ou plusieurs acteurs clés définissent la nature du problème. Ce dernier est ensuite traduit en solutions offertes par ces acteurs qui tentent alors de se faire percevoir comme indispensables et de s'établir comme un point de passage obligatoire au sein du réseau.
- **L'intéressement** : Il s'agit de convaincre des alliés potentiels d'agir conjointement par rapport au problème défini préalablement.
- **L'enrôlement** : Si l'intéressement s'est avéré fructueux, le rôle de chaque acteur dans le réseau est défini. Les alliances sont alors solides et stables.
- **La mobilisation** : Le ou les acteurs clés de la première étape utilisent un ensemble de méthodes pour s'assurer que les autres acteurs agissent selon un accord commun et ne quittent pas le réseau.

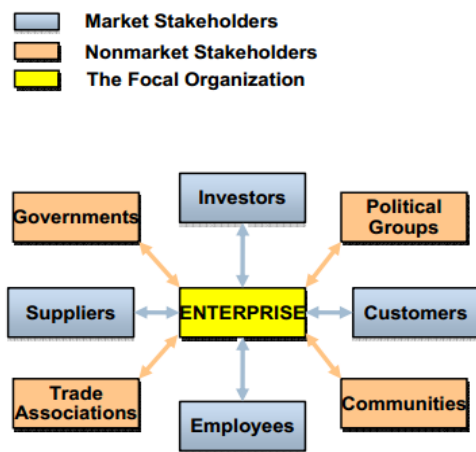
D'un point de vue méthodologique, ANT préconise de suivre les acteurs, d'investiguer sur les entités qui poussent les acteurs à agir et de comprendre comment chaque acteur recrute les autres (Fioravanti et Velho, 2010). Lorsqu'il ne s'agit pas d'observations mais d'interroger les acteurs sur les raisons de leur action, les explications doivent être respectées (le langage et les représentations utilisés). Les acteurs humains et non humains doivent être étudiés. Dans les deux cas, ce sont des entités qui s'expriment et qui détiennent un niveau de pouvoir et une capacité d'agir (Underwood, 1999). Certaines situations sont propices à l'étude : des accidents, des comportements inhabituels, des innovations, des nouveautés, l'occurrence de défauts (Prado et Baranauskas, 2013).

## 8.5 « Stakeholder Value Network »

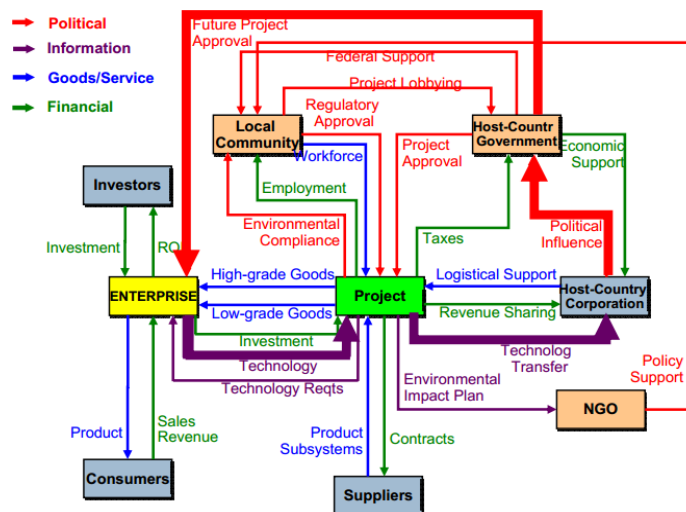
Un « *stakeholder* » ou partie prenante dans une organisation (société, gouvernement ou projet par exemple) est un quelconque groupe ou individu qui peut affecter ou être affecté par la réalisation des objectifs de l'organisation (Freeman, 1984). Un « *stakeholder value network* » ou réseau de valeurs des parties prenantes constitue un réseau multi-relationnel comprenant (Feng et Crawley, 2009) :

- L'organisation au centre de l'étude.
- Les parties prenantes autour de cette organisation.
- Les échanges de valeurs tangibles et intangibles entre l'organisation et ses parties prenantes ainsi qu'entre les parties prenantes elles-mêmes.

L'originalité de cette méthodologie réside dans le fait qu'elle tient compte des relations directes entre parties prenantes mais également des relations indirectes. De telles relations sont illustrées sur l'image droite de la **Figure III-10**.



Prise en compte des relations directes au sein d'un « Stakeholder Model »

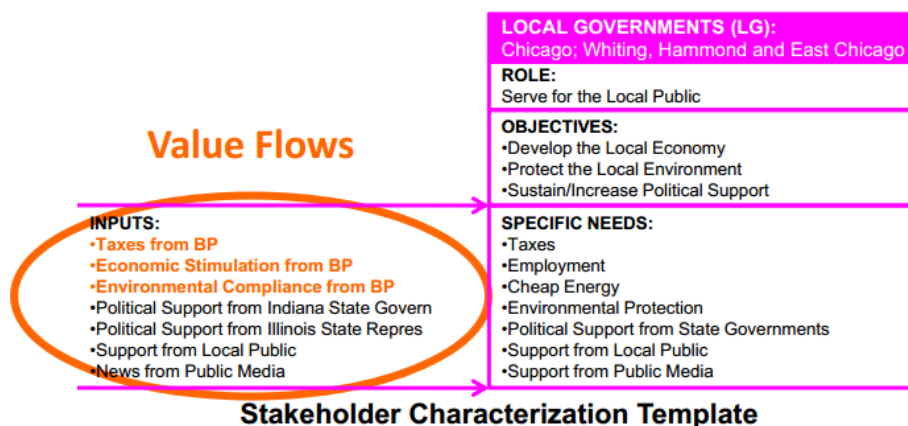


Prise en compte des relations directes et indirectes au sein d'un « Stakeholder Value Network »

Figure III-10 : Représentation de relations directes et indirectes entre parties prenantes au sein de modèles différents (Eppinger et Browning, 2012)

Le but de cette méthodologie est de comprendre les impacts des relations directes et indirectes entre parties prenantes sur le succès d'une organisation. Le processus de déploiement de cette méthodologie comporte quatre étapes (Feng et Crawley, 2009) :

- **Le « Mapping »** : il s'agit d'identifier les différentes parties prenantes et de décrire leurs rôles au sein de l'organisation, leurs objectifs et besoins spécifiques. Les besoins spécifiques désignent les ressources nécessaires à une partie prenante pour atteindre ses objectifs (voir **Figure III-11**). La description est possible grâce à l'analyse de documents ou par le biais d'interviews. La **Figure III-11** montre également les « *inputs* » de chaque partie prenante. Il s'agit des ressources reçues par d'autres parties prenantes permettant de répondre aux besoins spécifiques. Pour les décrire, Sutherland (2009) propose d'examiner les besoins spécifiques du « *stakeholder* » identifié et de mettre en exergue toutes les ressources produites par d'autres parties prenantes permettant de satisfaire ces besoins. Ces « *inputs* » constituent les « *value flow* » dans le modèle qualitatif.



**Figure III-11 : Exemple d'une description d'une partie prenante (Feng et Crawley, 2009)**

Un modèle qualitatif du réseau de valeurs de parties prenantes peut alors être établi. Le schéma à droite de la **Figure III-10** en est un exemple. Les flèches de couleurs différentes représentent les « *value flows* ».

Les trois étapes ultérieures à la phase de « *mapping* » dans la méthodologie « *Stakeholders Value Network* » sont décrites ci-dessous :

- **Le « *Quantifying* »** : Il s'agit d'attribuer un score à chaque « *value flow* » en fonction de leur utilité perçue par la partie prenante considérée. Sutherland (2009) propose deux critères pour évaluer l'utilité perçue : l'intensité du besoin spécifique que satisfait le flux ; l'importance de la source (partie prenante) dans la satisfaction de ces besoins. Pour ce faire, un questionnaire est établi. Par la suite, un score est associé à un « *value path* » correspondant à une chaîne de « *value flows* » reliant un groupe de parties prenantes. Il s'agit alors de multiplier les différents scores attribués aux « *value flows* » constituant le « *value path* ». Le score final résultant de la multiplication reflète la difficulté d'engager ou gérer les parties prenantes le long de ces chaînes.
- **Le « *Searching* »** : Cette étape consiste à trouver toutes les chaînes de « *value flows* » (ou « *value paths* ») possibles reliant deux parties prenantes quelconques. L'étape précédente permet de les hiérarchiser selon des scores croissants. Il est alors possible d'établir des stratégies pour engager des parties. Lorsqu'il est difficile de le faire directement, les « *value paths* » permettent de comprendre sur quels leviers s'appuyer pour influencer un « *stakeholder* » indirectement.
- **L'« *Analyzing* »** : Il s'agit de relever tous les « *value paths* » commençant et terminant par la même partie prenante afin d'étudier les implications du réseau par rapport à cette partie prenante spécifique.

## 8.6 Analyse stratégique des acteurs : la méthode MACTOR

MACTOR est une méthode qui consiste à évaluer les influences réciproques des acteurs d'un système (Munteanu et Apetroae, 2007). Les « *acteurs du système étudié disposent de multiples degrés de liberté qu'ils vont exercer au travers d'actions stratégiques pour parvenir aux buts qu'ils se sont fixés, afin de réaliser leur projet* » (Godet, 2007). Ainsi, l'évaluation des influences réciproques met en évidence les alliances et conflits potentiels entre acteurs et permet d'imaginer les évolutions possibles de ces relations. Cette analyse stratégique des acteurs constitue un outil d'aide à la décision pour le déploiement d'une démarche prospective comme pour la méthode des scénarios. Un scénario peut être défini comme un « *ensemble formé par la description d'une situation future et du cheminement des évènements qui permettent de passer de la situation origine à la situation future* » (Bluet et Zemor, 1970). La méthode MACTOR se déroule en cinq étapes (Godet, 2007) :

- **La définition des acteurs** : Il s'agit d'identifier les acteurs du système étudié et de renseigner leurs buts, objectifs, leurs forces, faiblesses et moyens. L'ensemble de ces informations peut être collecté grâce à des entretiens auprès d'experts ou des représentants d'un groupe d'acteurs.
- **L'analyse des influences entre acteurs et évaluation de leur rapport de force** : La Matrice Influences Directes et Indirectes (MIDI) se calcule à partir de la Matrice des Influences Directes (MID). La matrice MID correspond à une évaluation quantitative des influences potentielles des acteurs les uns par rapport aux autres sur une échelle allant de 0 à 4. Toutefois, un acteur peut en influencer un autre par le biais d'un troisième acteur d'où l'intérêt de la matrice MIDI. Elle se détermine grâce à une formule mathématique donnée à partir des valeurs de la matrice MID. Ce dernier tableau met en exergue les rapports de force de chaque acteur. Cet indicateur dépend de l'ensemble des influences que l'acteur exerce sur les autres mais aussi qu'il reçoit des autres.
- **L'identification des enjeux stratégiques et des objectifs associés et positionnement des acteurs sur chaque objectif** : La définition des acteurs du système étudié révèle des enjeux stratégiques c'est-à-dire des champs de bataille sur lesquels les acteurs se confrontent. A chaque enjeu ou domaine d'affrontement, sont associés des objectifs pour lesquels des relations d'alliances, de conflits ou des attitudes neutres naissent en fonction des intérêts de chacun. Il s'agit ensuite de positionner chacun des acteurs par rapport aux objectifs (favorable, opposé, neutre).
- **L'identification des convergences et divergences entre acteurs** : Le positionnement précédent permet de repérer l'ensemble des convergences et divergences entre acteurs sur l'ensemble des objectifs.
- **La formulation de recommandations stratégiques** : Il s'agit ici de déterminer quels leviers utiliser pour atteindre ses objectifs propres (en fonction des rapports de force, des liens de convergence et divergence mis en valeur précédemment). Il est également possible d'émettre des hypothèses quant à l'évolution potentielle des alliances et conflits au sein d'un système.

## 8.7 La Méthode Conception Assistée par l'Usage pour les Technologies, l'Innovation et le Changement (CAUTIC®)

La méthode CAUTIC® a été conçue par un sociologue du CNRS, Philippe Mallein en 1996. Il s'agit d'une méthode qualitative pour étudier le degré d'acceptabilité d'une innovation (Pizelle et al, 2014). L'objectif de cette étude est de formuler des pistes d'amélioration du produit ou service imaginé à

destination des porteurs du projet d'innovation. Cette méthode part du principe qu'une innovation s'intègre par rapport à un système d'usage existant. Ce dernier est défini par :

- Les savoir-faire techniques coutumiers de l'utilisateur.
- Les pratiques courantes de l'utilisateur.
- L'identité privée ou professionnelle de l'utilisateur.
- L'environnement privé ou professionnel de l'utilisateur.

A partir des quatre catégories précédemment citées, CAUTIC<sup>®</sup> décrit 19 critères. Ces derniers questionnent la capacité d'une solution innovante à s'insérer par rapport aux pratiques quotidiennes, aux croyances et aux représentations de l'utilisateur. Ils permettent donc de comprendre quel sens et quelles valeurs les utilisateurs potentiels donnent à l'innovation qui leur est présentée. Dans le cas où l'étude démontre une incompatibilité entre le système d'usage existant et l'innovation, le dispositif proposé est modifié et ajusté par rapport aux retours des utilisateurs. Ces critères permettent donc de structurer la démarche d'étude d'acceptabilité qui comporte plusieurs étapes :

- Identifier les enjeux sociaux et les nouveautés potentielles apportées par la solution proposée
- Décrire l'innovation pour la positionner par rapport aux composants d'un système d'usage. Cette étape consiste à préparer des supports de présentation de la solution capables d'apporter des réponses aux questions suivantes : « Qu'est-ce que c'est ? », « Comment ça marche ? », « A quoi ça sert ? », « Qu'est-ce que ça apporte ? », « A qui ça s'adresse ? », « Comment ça s'utilise ? », « Comment cela se situe ? ».
- Réaliser les entretiens semi-directifs en face-à-face à l'aide du guide d'entretien CAUTIC<sup>®</sup>. Un panel de 10 ou 15 utilisateurs permet de mener l'étude. Ces derniers sont sélectionnés selon leurs profils : passionnés du changement, objecteurs du changement, pragmatiques du changement, pragmatiques de la continuité. Les profils des personnes rencontrées sont définis en fonction de leur rapport au temps, à l'espace, à soi et aux autres.
- Analyser le discours des individus interrogés par rapport aux 19 critères CAUTIC<sup>®</sup>.
- Formuler des pistes d'amélioration pour l'innovation présentée pour l'adapter au système d'usage existant.

## **8.8 Analyse des limites de ces méthodes par rapport à la question de recherche spécifique n°2**

Comme énoncé précédemment, cette phase de l'état de l'art permet de comprendre les différentes méthodes et théories existantes pour caractériser le contexte social d'une innovation. Il s'agit désormais de les comparer pour analyser en quoi chacune d'entre elles contribuent aux manques identifiés et associés aux méthodes permettant la « définition des besoins fonctionnels de solutions et la génération d'idées en réponse aux problématiques clients ». Pour établir cette comparaison, des critères sont mis en place.

Comme l'énonce De Sardan (1995), une innovation ne s'introduit pas dans un espace vide. A contrario, elle intervient dans un système où des techniques, savoirs et modes d'organisation sont déjà en place. Les deux premiers critères consistent à révéler la capacité des méthodes et théories à décrire la structure organisationnelle existante ainsi que les composants internes à cette structure :

- **Critère n°1 : Capacité de description de la structure organisationnelle.**

Dans ce cas, il s'agit d'être capable d'identifier les typologies de relations entre composants de la structure et d'en décrire les caractéristiques.



- **Critère n°2 : Capacité de description des composants internes à la structure organisationnelle.**

Les méthodes et théories doivent permettre de répondre aux questions suivantes : Quels sont les composants individuels présents dans la structure ? Quelles sont leurs caractéristiques ? Les caractéristiques décrites permettent-elles d'anticiper le niveau d'intérêt porté par les composants concernant l'innovation ?

Par ailleurs, l'innovation a un caractère novateur par rapport à cette structure existante. De Sardan (1995) évoque le terme de « greffe ». Il s'agit alors de caractériser cette « greffe » et de la contextualiser par rapport au système à peine décrit.

- **Critère n° 3 : Capacité de positionner l'innovation par rapport à la structure organisationnelle existante.**

Les méthodes et théories doivent permettre d'identifier les relations entre composants de la structure et/ou les composants considérés individuellement au sein du système qui sont impactés par l'innovation.

Enfin, l'innovation transforme le système existant décrit préalablement. Il est nécessaire de représenter les changements de la structure sociale afin d'anticiper les rejets de l'innovation.

- **Critère n°4 : Capacité de proposer une vision prospective de la structure sociale après l'introduction de l'innovation.**

Il s'agit d'identifier les relations qui seront renforcées ou supprimées pour pouvoir ainsi mettre en place une stratégie favorisant l'adoption de l'innovation au sein du système social.

Les méthodes et théories de l'état de l'art sont maintenant discutées et revues par rapport aux différents critères à peine établis. Le **Tableau III-4** permet de décrire cette discussion. Les méthodes n'apparaissant pas dans la comparaison par rapport à certains critères ne répondent pas aux critères considérés.

**Tableau III-4 : Comparaison des méthodes et théories relatives aux critères établis**

	<b>Critère n°1 : Capacité de description de la structure organisationnelle.</b>	
	Aspects positifs	Aspects négatifs
<b>Etude ethnographique</b>	-L'observation immersive au sein d'un ensemble social a pour but de capter et décrire les différentes interactions.	-L'étude est chronophage. Les auteurs préconisent une longue période d'observation.
<b>« Actor Network Theory » (ANT)</b>	-La théorie considère l'ensemble des acteurs d'un système social comme un réseau qui est décrit.	-Les objets non-humains sont considérés comme des acteurs. Dans le travail présent, l'impact d'une innovation est étudié. Or, une innovation bouscule les relations d'un système humain.
<b>« Stakeholders Value Network »</b>	-La méthode permet de décrire qualitativement et quantitativement les relations entre parties prenantes. -L'originalité de la méthode tient dans le fait que les relations indirectes sont	-Si le nombre de parties prenantes à considérer devient important, les représentations associées et les méthodes pour y aboutir deviennent complexes.

	également prises en compte.	
<b>MACTOR</b>	-La démarche propose d'analyser les influences entre acteurs, d'évaluer leur rapport de force, d'identifier les convergences et divergences entre acteurs. -L'approche a un caractère opérationnel.	-Les différentes applications de la méthode mettent en exergue des réticences de la part des acteurs à révéler des informations les concernant d'où la difficulté de décrire la structure organisationnelle (Godet, 2007).
	<b>Critère n°2 : Capacité de description des composants internes à la structure organisationnelle</b>	
	Aspects positifs	Aspects négatifs
<b>Etude ethnographique</b>	-La méthode permet de s'intéresser aux façons et raisons de penser et d'agir des personnes du système.	-L'étude est chronophage. Les auteurs préconisent une longue période d'observation.
<b>Les personas</b>	-Les modèles de personas sont réalistes et proposent des variables de description des utilisateurs archétypaux très fins : buts, motivations, dimensions psychologiques, biologiques.	-L'efficacité de la méthode reste à démontrer en conception (Long, 2009).
<b>Méthode CAUTIC®</b>	-Quatre profils comportementaux face à l'innovation permettent de caractériser les utilisateurs qui interviennent dans la diffusion d'une innovation.	-Ces quatre profils proposent de caractériser le rapport au changement des utilisateurs potentiels d'une innovation. CAUTIC® ne propose pas de méthode pour décrire finement l'ensemble des acteurs concernés par une innovation (ex : financeurs, décideurs, prescripteurs, entités réglementaires)
	<b>Critère n° 3 : Capacité de positionner l'innovation par rapport à la structure organisationnelle existante.</b>	
	Aspects positifs	Aspects négatifs
<b>« Stakeholders Value Network »</b>	-Dans la phase « <i>analyzing</i> », il est possible de déterminer tous les acteurs impliqués par un projet (comme celui consistant à introduire une innovation) et donc de situer ce dernier par rapport aux relations entre parties prenantes.	-Si le nombre de parties prenantes à considérer devient important, les représentations associées et les méthodes pour y aboutir deviennent complexes.
<b>MACTOR</b>	-Les enjeux stratégiques du système sont identifiés. Les acteurs sont positionnés par à ces enjeux. Une innovation constitue un enjeu c'est-à-dire un champ de bataille. Il est ainsi possible de la positionner parmi la structure organisationnelle.	-Les différentes applications de la méthode mettent en exergue des réticences de la part des acteurs à révéler des informations les concernant comme les objectifs stratégiques ou leurs moyens d'action (Godet, 2007).
<b>Méthode CAUTIC®</b>	-Un des critères d'acceptabilité de la méthode permet de positionner une innovation par rapport à	-La méthode permet de positionner un dispositif innovant par rapport à un système d'usage existant. Elle ne

	l'environnement professionnel de l'utilisateur.	s'applique pas à tout type d'acteur d'une structure organisationnelle (autre qu'utilisateur).
	<b>Critère n°4 : Capacité de proposer une vision prospective de la structure sociale après l'introduction de l'innovation.</b>	
	Aspects positifs	Aspects négatifs
<b>« Actor Network Theory » (ANT)</b>	-En fonction de la représentation du réseau, du rôle des différents acteurs dans le processus de traduction ainsi que des évènements, il est possible d'identifier le niveau de stabilité du réseau et d'anticiper les transformations du réseau.	-Les objets non-humains sont considérés comme des acteurs. Dans le travail présent, l'impact d'une innovation est étudié. Or, une innovation bouscule les relations d'un système humain.
<b>MACTOR</b>	-Cette méthode constitue un outil d'aide à la décision pour le déploiement d'une démarche prospective comme pour la méthode des scénarios.	-Les représentations résultantes de cette méthode présupposent un comportement cohérent de chaque acteur par rapport à ses finalités, ce que dément parfois la réalité (Godet, 2007).
<b>Méthode CAUTIC®</b>	-La méthode permet de déterminer le niveau d'intégrabilité sociale d'une innovation par l'anticipation des transformations induites par la solution sur le système d'usage d'un utilisateur potentiel.	-La méthode s'intéresse aux potentielles nouvelles relations entre un utilisateur et un objet en devenir. Le champ d'étude n'est pas ouvert à tout type d'acteur en lien avec l'innovation. (ex : décideur, prescripteur, financeur ou entité réglementaire).

Cet état de l'art a établi, sans prétendre à l'exhaustivité, qu'il existait des méthodes pour identifier des « *Customer Concerns* » ou pour expliciter les besoins fonctionnels de solutions couvrant tout ou partie des « *pains* » découverts. Par ailleurs, cette partie décrit les théories et outils pour caractériser le contexte social d'une innovation. La doctorante propose également une analyse des limites de l'ensemble des méthodes présentées en fonction de la question de recherche.

La partie IV suivante expose la démarche d'élaboration d'une solution méthodologique en réponse à ces limites.

## Bibliographie

ADLER, P.J. Dealing with interviews when creating Personas : a practical approach. In : *Proceedings of Student Interaction Design Research Conference*, 2005, Danemark, p. 84-88.

AFNOR. *AC X-50-178: Management de la qualité, Management des processus, Bonnes pratiques et retours d'expériences*. 2002.

AFNOR. *NF X 50-151 : Analyse de la Valeur, Analyse Fonctionnelle, Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel*, 1991.

AFNOR. *Rapport d'études: Innovation, recherche et normalisation : comment favoriser les interactions?* 2007.

AKAO, Y. *Quality Function Deployment (QFD) : Integrating Customer Requirements into Product Design*. Cambridge : Productivity Press, 1990. ISBN-13: 978-1563273131

AKRICH, M., CALLON, M., LATOUR, B. 1. L'art de l'intéressement. 2. L'art de choisir les bons porte-parole. *Annales des Mines - Gérer et comprendre* [En ligne]. 1988, vol. 11 & vol. 12, p. 4-17 & p. 14-29, [Consulté le 26/02/2016]. Disponible à l'adresse : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00081741/document>

ALBEN, L. Quality of experience : Defining the criteria for effective interaction design. *Interactions*, 1996, vol. 3, n°3, p. 11-15. DOI : 10.1145/235008.235010

ALTER, N. *L'innovation ordinaire*. Paris : Presses Universitaires de France, 2013. ISBN : 2130619525.

ALTHABE, G. L'ethnologue et sa discipline. *L'homme et la société*, 1990, n° 95-96, p. 25-41.

ANDERSON, M.A., ANDERSON, E.J, PARKER, G. *Operations Management For Dummies*. John Wiley & Sons, 2013. ISBN-13: 978-1118551066

ANDRADE, A. D. From intermediary to mediator and vice versa: On agency and intentionality of a mundane sociotechnical system. *International Journal of Actor-Network Theory and Technological Innovation*, 2010, vol. 2, n°4, p. 21-29.

ARIKOGLU, E.S. *The impact of scenarios and personas on requirement elicitation : an experimental study*. Thèse de doctorat : Sciences de l'ingénieur. Grenoble : Université Grenoble Alpes, 2011.

ARNOULD, E.J., THOMPSON, C.J. Consumer culture theory (CCT): Twenty years of research. *Journal of consumer research*, 2005, vol. 31, n°4, p. 868-882

ARTHUR, W. B. *The nature of technology: What it is and how it evolves*. Simon and Schuster, 2009.

BAILEY, F. *Stratagems and spoil. A social anthropology of politics*. Londres: Basil Blackwell, 1969. ISBN : 9780631117605

BARLETT, P. Adaptative strategies in peasant agricultural production. *Annual Review of Anthropology*, 1980, vol. 9, p. 545-573.

- BAXTER, K. COURAGE, C. *Understanding Your Users : A practical Guide to User Requirements Methods, Tools and Techniques*. San Francisco: Morgan Kaufman, 2005. ISBN : 978-1558609358
- BENTLEY, R., HUGHES, J.A., RANDALL, D., et al. Ethnographically-informed systems design for air traffic control. In : *Proceedings of the 1992 ACM conference on Computer-supported cooperative work*, 1992. p. 123-129.
- BHUIYAN, N. A framework for successful new product development. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2011, vol. 4, n°4, p.746-770.
- BLUET, J.C., ZEMOR, J. Prospective géographique : méthode et direction des recherches. *Metra*, vol. 9, n°1, 1970.
- BOLY, V. *Ingénierie de l'innovation*. Paris: Lavoisier, 2008. ISBN : 978-2-7462-1798-0.
- BOLY, V., MOREL, L., RENAUD, J., et al. Innovation in low tech SMBs: evidence of a necessary constructivist approach. *Technovation*, 2000, vol. 20, n°3, p. 161-168.
- BOOZ, ALLEN, HAMILTON. *New product management for the 1980's*. New York: Booz, Allen, Hamilton, Inc, 1982.
- BOUCHARD, C., KIM, J., AOUSSAT, A. Kansei information processing in design. proceeding of *Proceeding of IASDR*, 2009.
- BROWN, J.S., DUGUID, P. Organizational Learning and Communities-of-Practise, toward a Unified View of Working, Learning and Innovation. *Organization Science*, 1991, vol. 2, n°1, p. 40-57.
- BURLAMAQUI, L., DONG, A. Affordances: bringing them out of the woods. *Interactions*, 2016, vol. 23, n°4, p. 80-82. DOI: 10.1145/2934292.
- BUUR, J., WINDUM, J. *MMI Design-Man-Machine Interface*. Copenhagen, Denmark: Danish Design Centre, 1994.
- CALLON, M. Réseaux technico-économiques et irréversibilités. In : BOYER, R., CHAVANCE, B., GODARD, O. *Les figures de l'irréversibilité en économie*. Paris: EHESS, 1991. p. 195-230.
- CALLON, M. Some elements of a sociology of translation : domestication of the scallops and the fishermen of St Brieux Bay. In : LAW, J. *Power, action and belief : a new sociology of knowledge*. Londres : Routledge Kegan & Paul, 1987, p. 196-223. ISBN : 978-0710208026.
- CARROLL, J. Scenario-based design. In : HELANDER, M.G., LANDAUER, T.K., PRABHU, P.V. *Handbook of Human-Computer Interaction*. Amsterdam : North Holland, 1997, p. 383-406.
- CHAKRABARTI, A., MORGENSTERN, S., KNAAB, H. Identification and Application of Requirements and Their Impact on the Design Process : a Protocol Study. *Research in Engineering Design*, 2004, vol. 15, p. 22-39. DOI : 10.1007/s00163-003-0033-5
- CHRISTENSEN, C. M. *The innovator's dilemma*. New York: Harper Business, 2013. ISBN : 978-0-06-052199-8.
- CHRISTENSEN, M.C., ANTHONY, S.D. Finding the Right Job for Your Product. *MIT Sloan Management Review*, 2007, vol. 6, n°38, p. 2-11.

- CHRISTOFOL, H., CORSI, P., CRUBLEAU, P., et al. Modélisation systémique de l'innovation. In : *Congrès de l'Union Européenne de Systémique*, 20-21-22 Octobre 2011, Bruxelles, Belgique.
- COOPER, A. *The inmates are running the asylum : Why Hi-tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. Indianapolis, USA: Macmillan Publishing Co, 1999.
- COOPER, A., REIMANN, R., CRONIN, D., et al. *About Face: The essentials of interaction design*. John Wiley & Sons, 2014.
- COOPER, R.G. Predevelopment activities determine new product success;. *Industrial marketing Management*, 1988, vol. 17, n°2, p. 237-248.
- COOPER, R.G. Stage-gate systems : a new tool for managing new products. *Business Horizon*, 1990, vol. 33, n°3, p. 44-54. DOI :10.1016/0007-6813(90)90040-I
- COOPER, R.G. *Winning at new products : Accelerating the process from idea to launch*. Massachusetts: Perseus Publishing, 2001.
- CRAWFORD, C. *New product management*. Illinois: Richard D. Irwin, 1987.
- CROZIER, M., FRIEDBERG, E. *L'acteur et le système : Les contraintes de l'action collective*. Seuil, 1977.
- DAVIS, F.D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 1989, vol. 13, n° 3, p. 319-340. DOI: 10.2307/249008.
- DE FONTAINES, I. *Pilotage des innovations d'ingénierie par la valeur : une voie d'amélioration pour l'ingénierie des aéronaves*. Thèse de doctorat : Génie industriel. Grenoble : Université de Grenoble, 2014.
- DE SARDAN, J.P.O. *Anthropologie et développement*. Paris: Karthala, 1995.
- DODDS, W. B., MONROE, K. B., GREWAL, D. Effects of price, brand, and store information on buyers' product evaluations. *Journal of marketing research*, 1991, vol. 18, p. 307-319.
- DORFMAN, M., THAYER, R.H. Standard, guidelines, and examples on system and software Requirements Engineering. In : *IEEE Computer Society Press Tutorial*. Los Alamitos : IEEE Computer Society Press, 1990, vol. 1.
- DOURISH, P. Implications for design. In : *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '06)*. Montréal, Québec (April 22-27, 2006). New York: ACM Press, 2006, p. 541-550.
- DRUCKER, P. *Innovation and Entrepreneurship, Praticice and Principles*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.
- ELVERUM, C.W., WELO, T. Towards a Context-Driven Front End in New Product Development. In: ABRAMOVICI, M., STARK, R. *Smart Product Engineering : Proceedings of the 23<sup>rd</sup> CIRP Design Conference, Bochum, Germany, March 11<sup>th</sup>-13<sup>th</sup>, 2013*. Berlin : Springer-Verlag, 2013. p. 441-450. ISBN : 978-3-642-30816-1
- EODICE, M. *A Theory of Requirements Definition in Engineering Design*. Thèse de doctorat : Génie mécanique. Standford : Stanford University, 2000.

EPPINGER, S. D., BROWNING, T. R. *Design Structure Matrix Methods and Applications*. Cambridge: The MIT Press, 2012.

ERALY, D. Le développement humain et le développement technologique : une vision socio-psychologique. In : JACOB, R., DUCHARME, J. *Changement technologique et gestion des ressources humaines. Fondements et pratiques*. Montréal: Gaétan Morin éditeur, 1995, p. 37-58.

EVERS, H., SCHIEL, T. *Strategische Gruppen*, Berlin : Reimer, 1988.

FENG, W., CRAWLEY, E.F. Stakeholder Value Network Analysis for Large Oil and Gas Projects. *Massachusetts Institute of Technology, Engineering Systems*, 2009.

FERNEY-WALCH, S., ROMON, F., COUSIN, V., et al. *Management de l'innovation. De la stratégie aux projets*. Paris : Vuibert, 2006. ISBN : 978-2-311-01046-6

FIORAVANTI, C., VELHO, L. Let's follow the actors does actor-network theory have anything to contribute to science journalism, *Journal of Science Communication*, vol. 9, n°4, 2010.

FOSTER, R. *L'Innovation, Avantage à l'attaquant*. Interéditions, 1986.

FRANCESCHINI, F., ROSSETTO, S. QFD : the problem of comparing technical/engineering design requirements. *Research in Engineering Design*, 1995, vol. 7, n°4, p. 270-278.

FREEMAN, R. *Strategic Management : A Stakeholder Approach*. Boston: Pitman, 1984.

GETZELS, J.W. Problem-finding and the inventiveness of solutions. *The Journal of Creative Behavior*, 1975 , vol. 9, n°1, p. 12-18. DOI: 10.1002/j.2162-6057.1975.tb00552.x.

GIBSON, J.J. The theory of affordances. In : *Perceiving, Acting, and Knowing: Toward an Ecological Psychology*. NJ : Hillsdale, 1977, p. 67–82.

GODET, M. *Manuel de prospective stratégique*. Paris: Dunod, 2007.

GONCALVES, P.C., CASTEX, N., AOUSSAT, A., et al. Transforming users into a persuasion device for innovation adoption. In : *Proceedings of the Fourth International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for Innovation*, Florianopolis, SC, Brazil, October 07-10, 2015.

GRIFFIN, S. *What Box? Out-of-the-Box Thinking for Career and Life*. Morrisville, United States: Sean Griffin, 2006. ISBN : 9781411690462.

GRUDIN, J., PRUITT, J. Personas, participatory design, and product development: An infrastructure for engagement. *Proc. PDC*, 2002, p. 144-161.

GUDJONSDOTTIR, R. *Personas and Scenarios in Use*. Thèse de doctorat. Stockholm : Institut Royal de Technologie de Stockholm, 2010.

GUTMAN, J. A means-end chain model based on consumer categorization processes, *Journal of Research in Marketing*, 1982, n°46, p. 60-72.

HERSTATT, C., VERWORN, B., STOCKSTROM, C., et al. "Fuzzy Front End" Practises in *Innovating Japanese Companies*. Working paper. Technical University Hamburg-Harburg, 2004.

HOHENEGGER, J., BUFARDI, A., XIROUCHAKIS, P. Compatibility knowledge in Fuzzy Front End. In : BERNARD, A., TICHKIEWITCH, S. *Methods and Tools for Effective Knowledge Life-*

*Cycle-Management*. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2008, p. 243-258. ISBN 978-3-540-78430-2.

HUGHES, J., KING, V., RODDEN, T., et al. Moving out from the control room: ethnography in system design. In : *Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work*. 1994. p. 429-439.

HUTCHINS, E. *Cognition in the Wild*. Cambridge, MA : MIT Press, 1995.

HUTCHINS, E. The Technology of Team Navigation. In : GALEGHER, R.K.J., EGIDO, C. *Intellectual Team-work : Social and Technical Bases of Collaborative Work*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988

ISO, W. 9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). *The international organization for standardization*, 1998, vol. 45.

JAISWAL, E.S. A Case Study on Quality Function Deployment (QFD). *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 2012, vol. 3, n°6, p. 27-35.

JAOUALI, F. Apprendre à construire des personas. In : *We love users- étude des usages pour conception centrée utilisateurs*. [En ligne]. 2015 [Consulté le 16/02/2016]. Disponible à l'adresse : <http://www.weloveusers.com/methodes/personas.html>

JARUZELSKI, B., LOEHR, J., HOLMAN, R. Making Ideas Work. *PwC Strategy & Global Innovation*, 2012, vol. 1000.

JUN, L., HUIBIN, X. International Conference on Solid State Devices and Materials Science : Reliability Analysis of Aircraft Equipment Based on FMECA Method. *Physics Procedia*, 2012, vol. 25, p 1816-1822. DOI :10.1016/j.phpro.2012.03.316

KELADA, J. *L'AMDEC*. Ecole des Hautes Etudes Commerciales, 1994.

KHURANA, A., ROSENTHAL, R. Towards Holistic "Front ends" in new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 1998, vol. 15, p. 57-74.

KIM, W.C., MAUBORGNE, R. *Stratégie océan bleu: comment créer de nouveaux espaces stratégiques*. Pearson, 2015.

KIRTON, M. *Adaption-innovation : in the context of diversity and change*. Great Britain: Routledge, 2003.

KLINE, S.J., ROSENBERG, N. An overview of innovation. *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*, 1986, vol. 14, p. 640.

KNOKE, D. *Political Networks : the structural perspective*. New York: Cambridge University Press, 1990.

KOEN, P. Fuzzy Front End : Effective Methods, Tools, and Techniques. In : BELLIVEAU, P., GRIFFIN, A., SOMERMEYER, S. *The PDMA ToolBook 1 for New Product Development*. John Wiley & Sons, Inc, 2002, p. 5-35. ISBN: 978-0-471-20611-8

KOZINETS, R.V. The Field Behind the Screen : Using Nethography for Marketing Research in Online Communities. *Journal of Marketing Research*, 2002, vol. 39, n°1, p. 61-72.



- LAW, J. Actor network theory and material semiotics. *The new Blackwell companion to social theory*, 2009, vol. 3, p. 141-158.
- LAW, J. Introduction : monsters, machines and sociotechnical relations. In : LAW, J. *A sociology of monsters : Essays on power, technology and domination*. London: Routledge, 1991, p. 1-23.
- LAW, J. Notes on the theory of the actor-network : ordering, strategy and heterogeneity. *Systems Practise*, 1992, vol. 5, n°4, p. 379-393.
- LE ROUGE, C., MA, J., SNEHA, S., et al. User profiles and personas in the design and development of consumer health technologies. *International Journal of Medical Informatics*, 2013, vol. 82, n°11, p. 251-268. DOI : 10.1016/j.ijmedinf.2011.03.006
- LEMOIGNE, J. *La modélisation des systèmes complexes*. Paris: Dunod, 1999.
- LI-HUA, R., KHALIL, T.M. Technology management in China : a global perspective and challenging issues. *Journal of Technology Management*, 2006, vol. 1, n°1, p. 9-26.
- LLOBERA, J. *Invitation to Anthropology : The Structure, Evolution and Cultural Identity of Human Societies*. New York: Berghahn Books, 2003.
- LONG, F. Real or Imaginary : The effectiveness of using personas in product design. In : *Proceedings of the Irish Ergonomics Society Annual Conference*, Dublin, 2009, p.1-10.
- LORINO, P. Le déploiement de la valeur par les processus. *Revue Française de Gestion*, 1995, n° 104, p. 55-71.
- MACAULAY, C., BENYON, D., CRERAR, A. Ethnography, theory and systems design: From intuition to insight. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2000, vol. 53, n°1, p. 35-60.
- MACLAURIN, W. R. The Sequence from Invention to Innovation and its Relation to Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 1953, vol. 67, n°1, p. 97-111.
- MALINOWSKI, B. *Les Argonautes du Pacifique occidental*. Paris: Gallimard, 1996.
- MARKKULA, J., ROHUNEN, A., TULPPO, T. Measuring Users' Privacy Concerns in Developing Personal Data Intensive Ubiquitous Services. In: *Proceedings of the XV International Scientific Conference on Industrial Systems (IS'11)*. FON, 2011. p. 186.
- MARSHALL, R., COOK, S., MITCHELL, V., et al. Design and evaluation: End users, user datasets and personas. *Applied ergonomics*, 2015, vol. 46, p. 311-317.
- MILES, D. *Constructive Change, Managing International Technology Transfer*. Genève: International Labour Office, 1995.
- MOGENDORFF, K., TE MOLDER, H., VAN WOERKUM, C., et al. We say: '...', they say: '...': How plant science experts draw on reported dialogue to shelve user concerns. *Discourse & communication*, 2013, p. 1-18.
- MONTOUSSE, M. *Cent fiches de lecture : en économie, sociologie, histoire et géographie économiques*. Rosny-sous-Bois: Bréal, 2008.

- MOREL, L. *Proposition d'une Ingénierie Intégrée de l'Innovation vue comme un processus permanent de création de valeur*. Thèse de doctorat. Nancy: INPL Nancy, 1988.
- MORIN, E. *La méthode 1, La nature de la nature*. Paris: Le Seuil, 1977.
- MUNTEANU, R., APETROAE, M. Journal relatedness: An actor-actor and actor-objectives case study. *Scientometrics*, 2007, vol. 73, n°2, p. 215-230.
- NIEMINEN, M.P., TYLLINEN, M. Concept Development with Real Users : Involving Customers in Creative Problem Solving. In : *International Conference on Human Centered Design*. Springer Berlin Heidelberg, 2009, p. 869-878.
- NORMAN, D. *The design of everyday things*. New York: Basic Books, 2002.
- NORMAN, D., MILLER, J., HENDERSON, A. What you see, some of what's in the future, and how we go about doing it : HI at Apple computer. In : KATZ, I. R., MACK, R.L., MARKS, L., et al. *Proceedings of the ACM CHI 95 Human Factors in Computing Systems Conference May 7-11, 1995, Denver, Colorado*. Denver, Colorado, USA : ACM Press, 1995, p. 361-362. DOI : 10.1145/223355.223477.
- OCDE. *Manuel d'Oslo : Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données et l'innovation*. Paris: OCDE, 2005.
- OHTONEN, J., *Is your company a Need Seeker?* [En ligne]. 2014 [Consulté le 15/04/2015]. Disponible à l'adresse : <http://thenextten.org/is-your-company-a-need-seeker/>
- Online Dictionary and Translations*. [En ligne] [Consulté le 05/12/2015]. Disponible à l'adresse : [www.webster-dictionary.org](http://www.webster-dictionary.org)
- OSTERWALDER, A., PIGNEUR, Y., BERNARDA, G., et al. *Value Proposition Design : How to Create Products and Services Customers Want*. John Wiley & Sons, 2015. ISBN : 978-1118968055.
- PASCAL, A., ROUBY, E. *Construire des scénarios d'usage : une approche cognitivo-structurationniste - Le cas KMP -*. Communication dans un congrès : Sciences de l'Homme et Société/ Gestion et management. Université Nice Sophia Antipolis, 2006.
- PILLER, F., KOCH, M., MOSLEIN, K., et al. Managing High Variety : How to Overcome the Mass Confusion Phenomenon of Customer Codesign. In : *European Academy of Management*, April 2003, Milan.
- PIZELLE, P., HOFFMAN, J., AUBOUY, M. et al. *Innover par les usages*. Editions d'Innovations, 2014
- POWER, D. *The Curve Ahead*. Palgrave macmillan. 2014.
- PRADO, A.B., BARANAUSKAS, M.C.C. Addressing structural and dynamic features of scientific social networks through the lens of Actor-Network Theory. *Social Network Analysis and Mining*, 2013, vol. 3, n°4, p. 1263-1276.
- PROBERT, D.R., FARRUKH, C., PHAAL, R. Technology roadmapping-developing a practical approach for linking resources to strategic foals. In : *Proceedings of the Institution of Mechanical*

*Engineers, Part B : Journal of Engineering Manufacture*, 2003, vol. 217, n°9, p. 1183-1195. DOI: 10.1243/095440503322420115.

PRUITT, J., ADLIN, T. *The Persona Lifecycle : Keeping People in Mind Throughout Product Design*. San Francisco: Morgan Kaufman Publishers, 2006

REDSTROM, J. Towards user design? On the shift from object to user as the subject of design. *Design Studies*, 2006, vol. 27, n°2, p. 123-139.

RIZZO, E., PESCE, M., PIZZOL, L., et al. Brownfield regeneration in Europe: Identifying stakeholder perceptions, concerns, attitudes and information needs. *Land Use Policy*, 2015, vol. 48, p. 437-453.

ROGERS, E. *Diffusion of Innovation*. New York: Free Press, 2003.

ROTHWELL, R. Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s. *R&d Management*, 1992, vol. 22, n°3, p. 221-240.

RUNCO, M. A. Maximal performance on divergent thinking tests by gifted, talented, and nongifted children. *Psychology in the Schools*, 1986, vol. 23, n°3, p. 308-315.

SCHEUING, E. *New product management*. Hinsdale: The Darden Press, 1974.

SCHUMPETER, J.A. *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Transaction publishers, 1934.

SHOVE, E., PANTZAR, M., WATSON, M. *The Dynamics of Social Practise : Everyday life and how it changes*. Londres : SAGE Publications, 2012. ISBN : 9781446258170.

SILVESTRI, A., DE FELICE, F., PETRILLO, A. Multi-criteria risk analysis to improve safety in manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 2012, vol. 50, n°17, p. 4806-4821.

SIMON, H.A., NEWELL, A., SHAW, J.C. The Processes of Creative Thinking. In : SIMON, H.A. *Models of Thought*. Yale University Press, 1979, p. 144-174. ISBN : 9780300024326

SOUSA, F., MONTEIRO, I., WALTON, A., et al. The Second International Conference on Leadership, Technology and Innovation Management : Learning from failure : a case study on creative problem solving. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2013, vol. 75, p. 570-580. DOI :10.1016/j.sbspro.2013.04.062

SUCHMAN, L. Office procedure as practical actions : models of work and system design. *ACM Transactions on Office Informations Systems*, 1983, vol. 1, n°4, p. 320-328.

SUTHERLAND, T. A. *Stakeholder value network analysis for space-based earth observations*. Thèse de doctorat. Massachusetts Institute of Technology, 2009.

TIDD, J., BESSANT, J. *Managing innovation : Integrating Technological, Market and Organizational Change*. Chichester, England: John Wiley & Sons, 1997.

TREFFINGER, D.J., ISAKSEN, S.G., DORVAL, K.B. *Creative problem solving (CPS version 6.1 TM) a contemporary framework for managing change* [En ligne]. Guide. 2003. [Consulté le

15/04/2014]. Disponible à l'adresse :  
<http://www.cpsb.com/resources/downloads/public/CPSVersion61B.pdf>

ULRICH, K.T., EPPINGER, S.D. *Product Design and Development*. 5ème édition. McGraw-Hill, 2011. ISBN-13: 978-0073404776

UNDERWOOD, J. Not Another Methodology What Ant Tells Us About Systems Development. In : *Methodologies for Developing and Managing Emerging Technology Based Information Systems*. Springer London, 1999. p. 258-268.

VAL-JAUREGI, E., JUSTEL, D. Use of tools, methods and techniques during the fuzzy front end of innovation : their impact on innovation performance - a survey based exploratory study of companies in the basque country- In : *International Conference on Engineering Design, ICED'07*, 28-31 August 2007, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris, France.

VERGANTI, R. Design, meanings and radical innovation : A meta-model and a research agenda. *Journal of Product Innovation Management*, 2008, vol. 25, n° 5, p. 436-456.

VERMAAS, P. E. The flexible meaning of function in engineering. In : *DS 58-2: Proceedings of ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design*, 24-27 August 2009, Palo Alto, USA, p.113-124.

VON HIPPEL, E. Get New Products from Customers. *Harvard Business Review*, 1982, vol. 60, n°3, p. 117-122.

VON HIPPEL, E. *The Sources of Innovation*. New York: Oxford U.P, 1988.

WANG, X., ZHANG, Y., SHEN, G. An improved FMECA for feed system of CNC machining center based on ICR and DEMATEL method. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2016, vol. 83, n° 1-4, p. 43-54.

WEAVER, W. Science and complexity. *American Scientist*, 1948, vol. 6, n°3, p. 65-74.

WIND, Y. *Product policy : Concepts, methods, and strategy*. Mass: Addison-Wesley, 1982.

WOODS, D.D., ROESLER, A. Connecting Design and Cognition at Work. In: *Product Experience— Perspectives on Human-Product Interaction*. Oxford, UK: Elsevier, 2007, p. 199-213.

YANG, H., YU, J., ZO, H., et al. User acceptance of wearable devices : An extended perspective of perceived value. *Telematics and Informatics*, 2016, vol. 33, n°2, p. 256-269.

YANNOU, Bernard. Supporting need seeker innovation: The radical innovation design methodology. In : *DS 80-8 Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design (ICED 15)*, Vol 8: *Innovation and Creativity*, 27-30 July 2015, Milan, Italy, p51-60. ISBN: 978-1-904670-71-1.

ZEITHAML, V.A. Consumer perceptions of price, quality, and value : a means-end model and synthesis of evidence. *The Journal of Marketing*, 1988, vol. 52, p. 2-22.

ZHAN, J., LOH, H. T., LIU, Y. Gather customer concerns from online product reviews—A text summarization approach. *Expert Systems with Applications*, 2009, vol. 36, n°2, p. 2107-2115.

**Partie IV.**  
**Démarche d'élaboration des résultats de thèse**

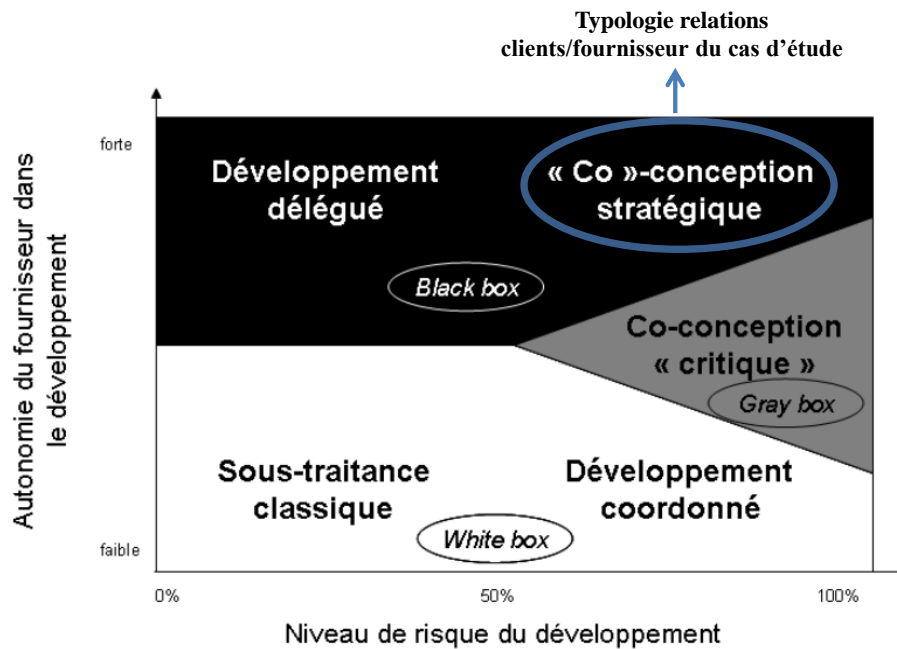
## 9. Cas d'étude : La phase amont d'un processus de conception d'un fournisseur d'automatisme industriel

### 9.1 Présentation globale de la phase amont du processus de conception

La phase amont d'un processus de conception déployé chez un fournisseur d'automatisme industriel est utilisée comme terrain d'expérimentation pour élaborer une réponse aux questions de recherche énoncées dans la partie III. L'entreprise déploie ce processus dans le but de proposer des concepts de produit ou service. Le fournisseur d'automatisme industriel est soumis au contexte de convergence IT OT. Comme énoncé à la section 1, ce contexte est une illustration de situations où des nouveaux concepts de produits ou services sont à l'origine de perturbations organisationnelles. Le manque de compréhension et d'anticipation de ces phénomènes implique un problème de diffusion d'une innovation au sein d'une entreprise. Ainsi se justifie le choix de ce processus spécifique comme terrain d'expérimentation pour élaborer les résultats de la présente thèse.

Le fournisseur d'automatisme industriel utilise une approche « *Stage-Gate* » (Cooper, 1990). Le processus est séquencé par des phases et des jalons ; la validation de livrables à chaque jalon est une condition nécessaire pour le passage à la phase suivante. Les activités sont pilotées par l'approche « *User-centered design* » (Verganti, 2009). Ainsi, des informations sont recueillies auprès de l'utilisateur pour comprendre, décrire et valider ses besoins pour ensuite valider un concept de produit ou service. Un tel concept est également appelé « *concept d'offre* ». Ces données utilisateurs constituent les points d'entrée nécessaires à toute prise de décision en conception.

Différents modèles existent pour décrire les relations clients/fournisseurs dans le cadre de projets de développement de nouveaux produits. Dans ce cas d'étude, le fournisseur d'automatisme industriel est entièrement responsable de la phase amont du processus de conception. De plus, il participe activement à la phase de définition, partage et validation des besoins utilisateurs et ce, dès la phase amont d'un processus de développement de nouveaux produits. Cette participation exige une communication forte avec le client. Cette situation est donc de type « *co-conception stratégique* » (Calvi et Le Dain, 2003). Cette caractérisation permet de positionner les relations client/fournisseur du cas d'étude par rapport à une matrice. La **Figure IV-1** représente le positionnement du fournisseur d'automatisme industriel considéré dans le cas d'étude par rapport à cette dernière. Elle distingue cinq modes d'intégration des fournisseurs en fonction de deux variables : le risque de développement et le niveau d'autonomie du fournisseur dans le développement.

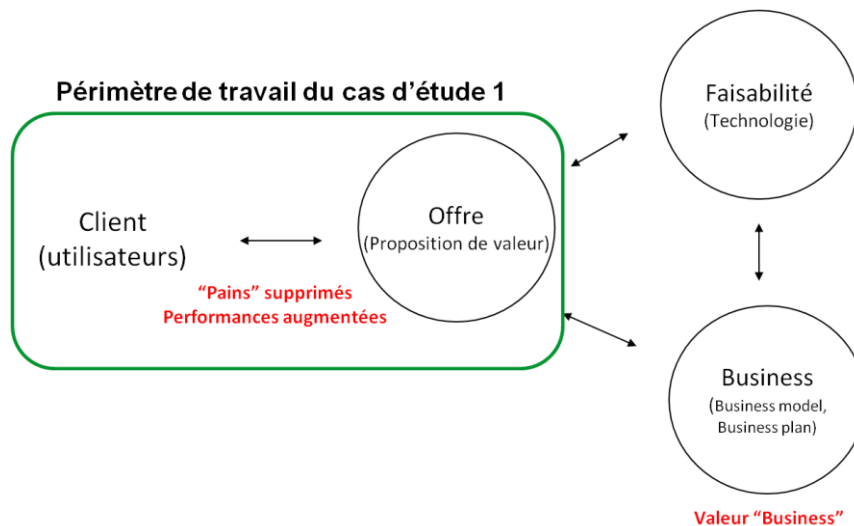


**Figure IV-1 : Positionnement du cas d'étude par rapport à la matrice d'intégration des fournisseurs (Calvi et Le Dain, 2003)**

L'approche de conception adoptée par le fournisseur d'automatisme industriel permet de détecter en amont les problèmes des utilisateurs (« *pains* » en anglais) et de les transformer en « *business* » viable. « *Business* » viable signifie générer des bénéfices financiers pour le fournisseur en automatisme. Ce dernier a adopté une approche intégrée en décrivant pour chaque projet :

- **Le concept d'offre et la proposition de valeur** : Le concept d'offre permet de créer de la valeur pour le client c'est-à-dire qu'il répond à un besoin insatisfait du client et permet d'améliorer sa situation actuelle.
- **La faisabilité technologique** : Une fois le concept d'offre décrit, il s'agira de déterminer avec précision les moyens technologiques, mais aussi humains et financiers à déployer, en interne ou via des compétences externes pour mettre l'offre sur le marché.
- **Le « *business case* »** : Il s'agit de décrire les objectifs du projet, les gains et bénéfices potentiels pour le fournisseur, les moyens humains engagés et les coûts du projet.

L'explicitation du contexte de thèse (voir Partie II) permet de définir un périmètre de travail pour le cas d'étude. En effet, l'introduction d'une innovation au sein d'un système d'acteurs génère des changements organisationnels. Ces derniers peuvent constituer des freins à la diffusion d'une innovation. Les acteurs rejettent alors le concept d'offre proposé. Ainsi, ce travail de thèse étudie l'adéquation entre la proposition de valeur et le besoin insatisfait du client. La **Figure IV-2** permet de représenter ce périmètre d'étude.



**Figure IV-2: Représentation du périmètre de travail du cas d'étude**

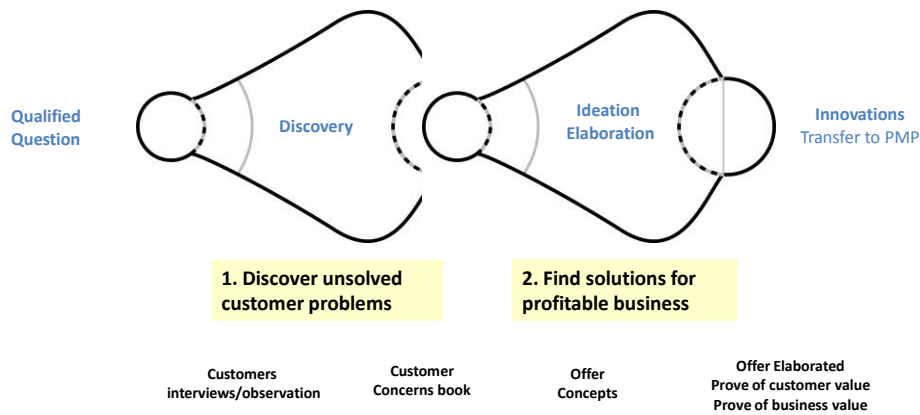
Les projets du cas d'étude peuvent être initiés :

- soit en partant d'une clientèle ciblée (« *market pull* »).
- soit en partant d'une nouvelle technologie (« *techno push* »).

En *market pull*, deux phases d'exploration successives sont identifiées (voir **Figure IV-3**) :

- La première exploration est cadrée par une « *question qualifiée* ». Elle permet de faire le lien entre le projet et les objectifs stratégiques du fournisseur d'automatisme. L'exploration vise à comprendre les profils de « *personas* » et détecter des problèmes (« *pains* ») non résolus auprès des utilisateurs clients. Il en résulte un cahier de « *pains* ». Les problèmes client avec le plus de potentiel de valeur pour le client et le fournisseur sont sélectionnés.
- Une deuxième exploration permet de créer un concept d'offre. Ce concept doit constituer une réponse au « *pains* » sélectionnés. Les concepteurs en charge du projet chez le fournisseur valident l'acceptabilité du concept avec le client. Des améliorations sont apportées au concept jusqu'à obtenir une proposition d'offre acceptée, prête à être développée puis commercialisée. La validation auprès du client s'effectue par le moyen de boucles itératives auprès de l'utilisateur pour peaufiner le concept tout en considérant les trois axes : proposition de valeur, faisabilité technologie et « *business case* ».

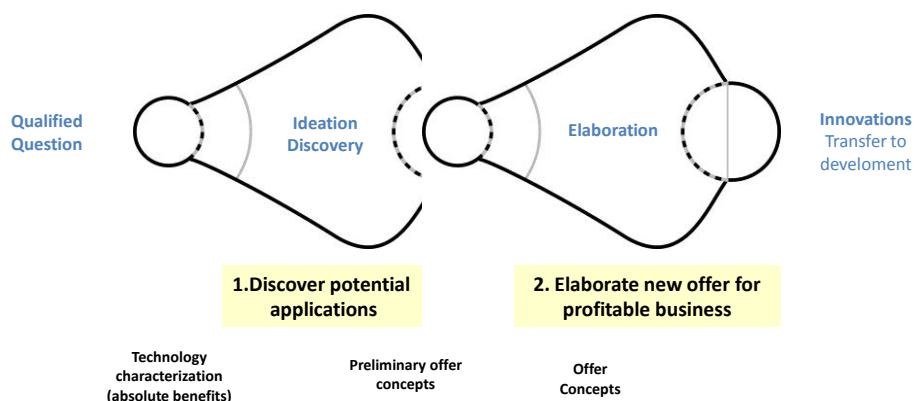




**Figure IV-3 : Représentation du processus de conception amont en mode « Market Pull » (Schneider Electric, 2013)**

En « *Techno Push* », deux explorations sont également identifiées (voir **Figure IV-4**):

- La première exploration consiste à identifier les nouvelles technologies pouvant avoir des applications dans le domaine des automatismes industriels (OT). Une analyse de leurs atouts et faiblesses est menée; il s'agit ensuite de dégager leurs avantages par rapport aux technologies concurrentes. Une session de créativité est organisée pour trouver des applications potentielles qui exploitent ces avantages absolus. Des concepts d'offres émergent.
- À l'issue de cette exploration, l'acceptabilité des concepts est testée auprès des utilisateurs. Ils sont peaufinés grâce à des itérations auprès des clients en considérant les trois axes : proposition de valeur, faisabilité technologie et « *business case* » de la même manière que pour les projets en mode « *Market Pull* ».

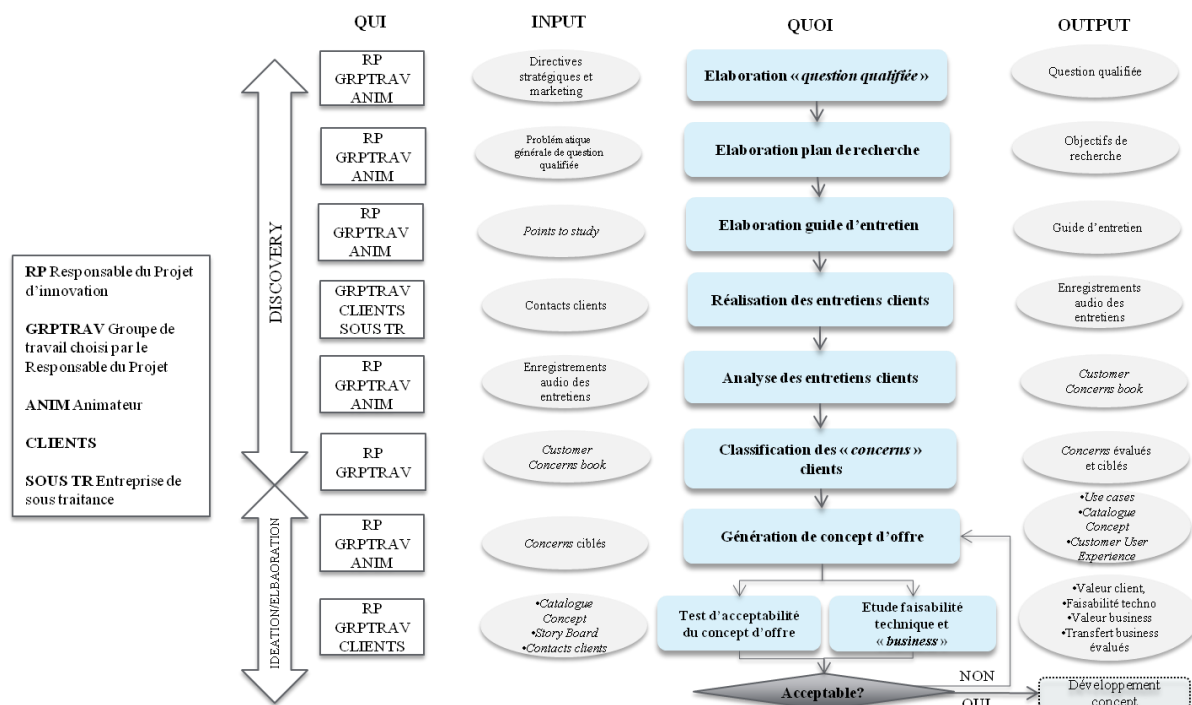


**Figure IV-4 : Représentation du processus de conception amont en mode « Techno Push » (Schneider Electric, 2013)**

Dans les deux approches, il s'agit d'enchaîner les activités de manière à valider ou invalider les jalons avec le minimum de ressources. Le projet peut être stoppé au plus vite si une difficulté empêche la validation d'un jalon. Comme cette difficulté peut être temporaire, le concept d'offre est sauvegardé avec son dossier et son état d'avancement. Le fournisseur d'automatisme dispose alors d'une base de données contenant une liste de problèmes clients, des technologies et des concepts d'offres plus ou moins avancés.

## 9.2 Description des étapes de la phase amont pour l'approche « *Market pull* »

La section 9 de ce mémoire permet une analyse du besoin. Il s'agit alors d'identifier les limites concernant un mode spécifique du processus de conception. Une solution est ensuite élaborée en réponse à ces limites. Ce travail de thèse a choisi de détailler les manques du mode « *Market pull* ». En effet, ce mode est le plus couramment adopté chez le fournisseur d'automatisme industriel considéré. Ainsi, les solutions générées par le travail de thèse couvrent la majeure partie des cas d'utilisation de la phase amont du processus de conception. Les différentes activités de cette phase amont de processus sont explicitées dans la **Figure IV-5**. Elles sont ensuite décrites.



**Figure IV-5 : Représentation des différentes activités de la phase amont du processus de conception (Schneider Electric, 2013)**

Le périmètre de travail décrit dans la **Figure IV-2** permet d'écartier l'activité « Etude de faisabilité technique » et « Business » du périmètre d'intérêt pour ce travail de thèse.

Cinq types d'acteurs font partie d'un projet d'innovation. Un projet d'innovation consiste à mobiliser des ressources humaines et matérielles en vue d'élaborer un concept de produit ou service. Les activités du projet sont celles de la phase amont du processus de conception. Ces types d'acteurs sont les suivants : le Responsable du Projet d'innovation (RP<sup>20</sup>), le groupe de travail impliqué dans le projet d'innovation, l'animateur, les clients, l'entreprise de sous-traitance. Leur rôle respectif est explicité dans le **Tableau IV-1**.

**Tableau IV-1: Explicitation du rôle des acteurs intervenant dans la phase amont du processus de conception**

Type d'acteur	Rôle
Responsable du Projet d'innovation (RP)	Le RP est le porteur du projet d'innovation ou le commanditaire. Son but est de concevoir des concepts d'offre produits ou services tout en répondant aux directives marketing et stratégiques. Il travaille en mode projet. Une fois le concept élaboré, il transmet les différents livrables du projet au développement. Parallèlement, il assure une veille sur les nouveautés technologiques.
Groupe de travail (GRPTRV)	Le groupe de travail est un groupe de personnes venant d'horizons parfois très divers au sein du fournisseur d'automatisme industriel (exemple : marketing, R&D). Le Responsable du Projet d'innovation va stimuler leur collaboration pour certaines activités de la phase amont du processus de conception nécessitant un travail collectif. Ce groupe de travail peut être différent selon les activités de la phase amont du processus de conception.

<sup>20</sup> RP : Responsable d'un Projet d'innovation (voir liste des abréviations).

Animateur (ANIM)	L'animateur est une personne qui pilote les activités nécessitant un travail collectif. Son rôle est de mettre en mouvement le groupe de travail pour atteindre les objectifs des séances de travail.
Clients (CLIENTS)	Les clients sont tous les acteurs représentant l'acteur cible pour lequel un projet d'innovation est initialisé.
Entreprise de sous-traitance (SOUS TR)	L'entreprise de sous-traitance est une entreprise extérieure au fournisseur d'automatisme industriel employée pour ses services de retranscription d'interviews clients.

- **Elaboration de la « question qualifiée »**

La « question qualifiée » est un document qui permet de cadrer le projet d'innovation. Dans ce cas, cadrer un tel projet signifie identifier :

- ✓ **L'acteur.** Il s'agit de l'acteur cible pour lequel un concept innovant doit être élaboré. Le but est de résoudre ces « *pains* ».
- ✓ **Les segments de marché ciblés.** Dans le cas du fournisseur d'automatisme industriel considéré, les entreprises ciblées peuvent être : des entreprises manufacturières, des entreprises mettant en œuvre des processus industriels ou des infrastructures.
- ✓ **Les pays ciblés.** Il s'agit de cibler les zones géographiques où le nouveau concept doit lever les « *pains* ».
- ✓ **La problématique générale** à adresser pour guider la découverte des « *pains* ». Cette problématique doit être liée aux objectifs et priorités stratégiques ciblés de l'entreprise fournisseur. Elle est formulée sous forme d'une ou plusieurs questions.
- ✓ **Les produits ou services du fournisseur** d'automatisme potentiellement impactés par le lancement du projet.
- ✓ **Les intentions stratégiques.** Il s'agit ici d'identifier les directives stratégiques d'entreprise dans lesquelles s'inscrit le projet.

La question qualifiée est élaborée par le Responsable de Projet d'innovation et le groupe de travail choisi. L'équipe choisie est constituée de 2 à 3 personnes environ. L'élaboration de la « question qualifiée » consiste à spécifier de manière qualitative tous les points précédents. Elle se matérialise généralement par une diapositive Power Point (voir un exemple en **Figure IV-6**).

## Question Qualifiée

- L'acteur ciblé: Responsable production
- Les segments de marché ciblés: Entreprises manufacturières
- Les pays ciblés: France, USA, Chine
- La problématique: Quelles sont les attentes liées à la connexion de l'OT avec les composants IT ?
- Les produits ou services du fournisseur impactés: Gammes d'automates M580 et M340
- Les intentions stratégiques: Définir une offre pour développer la connexion des automates avec des logiciels IT

### Figure IV-6: Exemple d'une « question qualifiée » pour un fournisseur d'automatisme industriel

- **Elaboration du « plan de recherche »**

Le responsable du projet d'innovation forme 2 ou 3 groupes de travail de 2 ou 3 personnes chacun. Les personnes sont choisies en fonction de leur niveau d'intérêt et de compétences par rapport au projet. Les groupes sont réunis à l'occasion d'une séance de travail piloté par un animateur. Chaque collaborateur liste individuellement les questions qu'il se pose liées à la problématique générale identifiée dans la « question qualifiée ». Elles seront aussi appelées « points to study ». L'ensemble des « points to study » sont ensuite partagés entre les différents membres d'un même groupe puis entre les différents groupes. Ces derniers groupent les interrogations par thème. Les thèmes sont nommés. Les groupes écrivent ensuite une question générale qui synthétise ce qu'expriment les questions par thème. Enfin, ces questions sont regroupées en 4 ou 5 objectifs. La **Figure IV-7** montre un groupe de travail listant des « points to study ». Les activités qui suivent l'élaboration du « plan de recherche » ont pour but de répondre aux objectifs ainsi établis.



Figure IV-7 : Photo d'un groupe de travail listant des « points to study » sur des Post-it®

Le **Tableau IV-2** ci-dessous donne un exemple de « *points to study* » associés à un objectif de recherche en lien avec la convergence IT OT.

**Tableau IV-2: Exemple d'association de « *points to study* » à un objectif de recherche A**

<i>Points to study</i>	<b>Objectif de recherche A : Quelles sont les relations entre acteurs impliqués par la convergence IT OT ?</b>
<b>1</b>	Qui détient les budgets pour investir dans une solution d'automatismes industriels en lien avec l'IT ?
<b>2</b>	Quels sont les critères d'achat pour choisir entre différents fournisseurs de solution d'automatisme industriels pour choisir une solution qui permet le lien entre l'OT et l'IT ? Pourquoi ces critères ?
<b>3</b>	Qui a la décision finale sur le choix de la solution en lien avec l'IT apportée par les fournisseurs de solution d'automatisme industriel ? Par qui est-il appuyé ou conseillé ?
<b>4</b>	Quels sont les critères de choix du décideur final de la solution (lien IT-OT) apportée par les fournisseurs de solution d'automatisme industriel ?
<b>5</b>	Par qui ces critères sont-ils influencés ?
<b>6</b>	Quelles sont les priorités des personnes établissant les spécifications techniques pour des solutions d'automatisme industriel (machine, pompe) en lien avec l'IT ?
<b>7</b>	Qui établit les spécifications techniques pour des solutions d'automatisme industriel (machine, pompe) en lien avec l'IT ?
<b>8</b>	Par qui les spécifications techniques sont-elles inspirées ou influencées ?
<b>9</b>	Qui a la responsabilité pour implémenter et utiliser des solutions OT en lien avec l'IT ?

- **Elaboration du guide d'entretien**

Comme précédemment, le responsable du projet d'innovation forme 2 ou 3 groupes de travaux composés de 2 ou 3 personnes. Les « *points to study* » (PTS) sont évalués qualitativement au sein d'un même groupe. Les critères d'évaluation sont :

- ✓ **L'impact** : Ce critère correspond au niveau d'importance des réponses apportées par les personnes interrogées dans les entreprises clientes pour atteindre l'objectif du plan de recherche associé au « *point to study* » en question.
- ✓ **L'incertitude** : Il s'agit du niveau de doute associé à la question.

Dans les deux cas, l'échelle qualitative utilisée est : faible, moyen ou élevé. Parmi les « *points to study* » évalués, sont sélectionnés ceux ayant les deux critères notés « moyen » ou « élevé ». Cette action de filtrage est représentée sur la **Figure IV-8**. Les questions ou « *points to study* » sélectionnés sont regroupés par thème de discussion. Chaque thème est synthétisé par une question qui sera posée lors de l'interview. Les questions sont ouvertes, simples et objectives. Une question générale (« *embracing question* ») est ensuite élaborée et permet de synthétiser toutes les questions des thèmes de discussion. Le guide d'interview doit être élaboré de manière à répondre à cette question phare. Enfin, une introduction et une conclusion sont rédigées. L'introduction rappelle les objectifs de l'interview. La conclusion reformule et synthétise ce qui a été dit lors de l'interview. Elle intègre les remerciements. La **Figure IV-9** donne un exemple de structure de guide d'entretien.

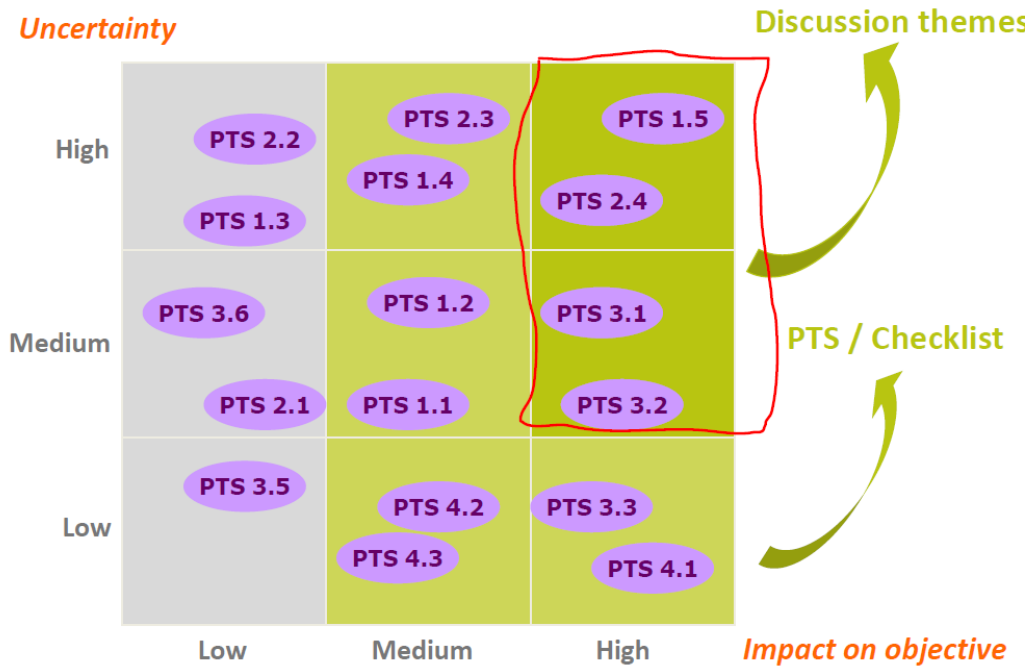


Figure IV-8: Sélection des « points to study » selon les critères d'évaluation : impact et incertitude

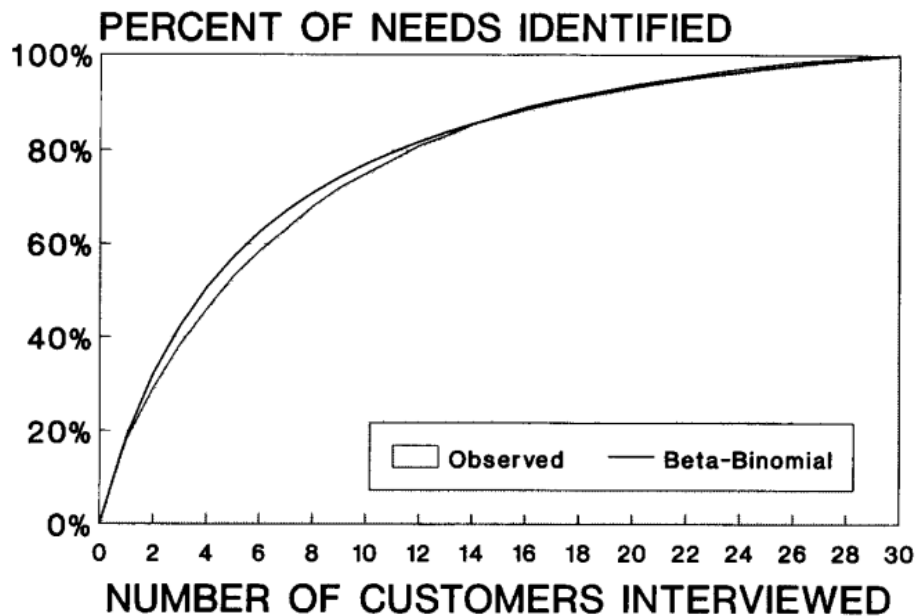
Introduction		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•The study's objectives</li> <li>•The interview objectives</li> </ul>		
Embracing question		
Theme	Open-ended question	Checklist / PTS
Theme 1		
Theme 2		
.../...		
Conclusion & Thanks		

Figure IV-9 : Exemple d'un format type de guide d'interview

• **Réalisation des entretiens clients**

Un échantillon de personnes à interroger est défini. Il est constitué de représentants de l'acteur cible concerné par la problématique de la « question qualifiée ». Le but est de s'assurer de la variété des personnes interrogées et de privilégier la diversité des points de vue par rapport à la problématique. Chaque personne rencontrée devrait « idéalement » incarner une des possibilités d'expression du problème. Par la suite, les responsables de projet d'innovation déterminent le nombre d'entretiens à réaliser. Griffin et Hauser (1993) ont mené une étude permettant de déterminer le point de saturation. Ce point est atteint lorsque l'information collectée est répétée et où l'objet de recherche n'est plus enrichi. Les travaux expérimentaux de Griffin et Hauser (1993) montrent que 12 entretiens par segment de marché permettent de collecter 70% de l'information attendue, 20 d'obtenir 90% de

l'information et 30 entretiens permettent de collecter 100% de l'information. Ce phénomène de convergence est représenté sur la **Figure IV-10**.



**Figure IV-10** : Représentation du nombre de besoins identifiés par nombre de clients interrogés pour un segment de marché donné (Griffin et Hauser, 2013)

L'ensemble des membres du groupe de travail ainsi que le responsable du projet d'innovation planifient les rendez-vous avec les acteurs des entreprises clientes. Ces derniers font partie d'une liste de contacts clients dont un exemple est donné sur la **Figure IV-11**. Les entreprises rencontrées font partie des segments de marché ciblés dans la « *question qualifiée* ». Puis, ils mémorisent le guide d'interview précédemment élaboré. Chaque interviewer vérifie le matériel et les informations nécessaires avant l'entretien : outil d'enregistrement audio et les adresses postales des différents points de rendez-vous. L'interview est ensuite réalisée. Il s'agit d'un entretien semi-directif en face à face qui est enregistré. Des techniques de reformulation et de relances sont conseillées pour ne pas influencer l'interlocuteur. Ces techniques permettent également de rebondir sur d'autres questions ouvertes. L'interview dure environ 1h.





Figure IV-11 : Exemple de liste de contacts clients pour les entretiens

- **Analyse des entretiens clients**

Une entreprise de sous-traitance retranscrit les entretiens mot à mot par écrit. Par interview retranscrit, le responsable du projet ainsi que le groupe de travail associent les verbatims clients aux objectifs de recherche (appartenant au plan de recherche précédemment élaboré). Objectif par objectif, des groupes d'affinité constitués d'un maximum de 10 verbatims sont créés. Chaque groupe d'affinité est intitulé (sujet, verbe, complément). Le titre permet d'exprimer la signification du groupe. Cette étape est illustrée par la **Figure IV-12**.

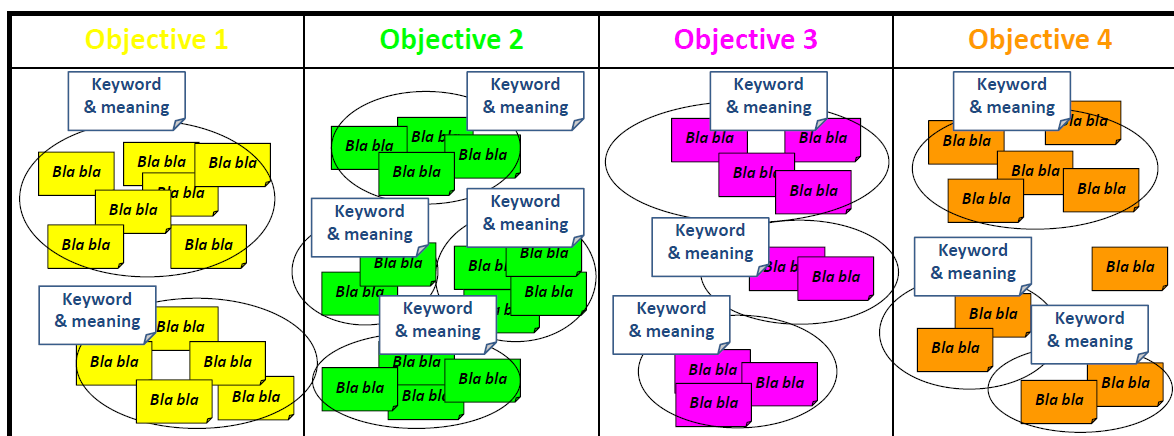
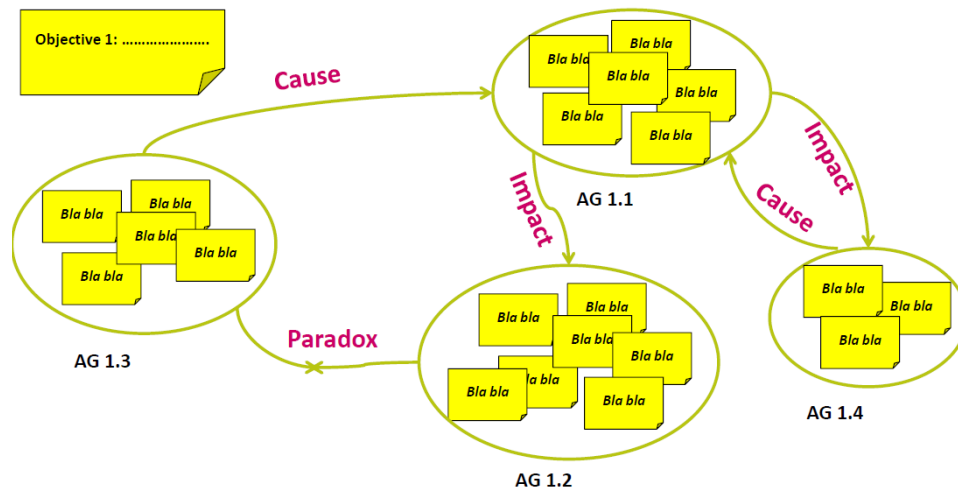


Figure IV-12 : Association de groupes d'affinité par objectif de recherche

Au sein d'un même objectif, des relations entre groupes d'affinité sont ensuite mises en valeur. Les typologies de relations sont : cause, impact, paradoxe. Cette démarche est représentée sur la **Figure IV-13**.



**Figure IV-13 : Mise en relation des groupes d’affinité par objectif considéré**

Le responsable du projet ainsi que le groupe de travail peuvent ensuite répondre aux objectifs du plan de recherche par 1 ou 2 phrases. Les « *concerns* » clients sont listés par objectif. Enfin, ils sont caractérisés en s’aidant des relations établies entre groupes d’affinités. La caractérisation consiste à identifier :

- ✓ **Le type de difficulté client** : exprimé, sous-jacent ou hypothétique.
- ✓ **La cause.**
- ✓ **L’impact.**
- ✓ **Le palliatif** éventuel mis en place par les acteurs interviewés.
- ✓ **La critique** du palliatif émise par le groupe de travail ou le responsable de projet.
- ✓ **Le verbatim client** permettant d’illustrer le « *pain* ».
- ✓ **Une photo ou illustration** permettant d’illustrer la situation d’usage où la difficulté apparaît.

Un exemple de « *Customer Concern* » est donné sur la **Figure IV-14**.

## CC 1 : Difficulté de planifier des actions de maintenance préventive

« On aura tendance à faire beaucoup de prévention mais c'est là où l'intérêt d'avoir un système avec compteur serait fantastique c'est qu'avant de déclencher de façon préventive, tous les relevés nous permettraient de savoir comment a évolué ou vieilli la machine » (Responsable maintenance, entreprise Fabrik'tout)



• **Causes** : Absence de remontées des temps de fonctionnement des machines et installations.

• **Impacts** : Non visibilité à long terme des actions de maintenance préventive.

• **Palliatif** : Saisie manuelle des données relatives aux machines.

• **Critique du palliatif** : Temps requis pour la saisie.

Figure IV-14 : Exemple d'un « Customer Concern » (CC<sup>21</sup>)

L'ensemble des « *Customer Concerns* » ainsi identifiés constitue le « *Customer Concern book* ».

L'ensemble des informations collectées est important et parfois difficile à analyser. L'élaboration des groupes d'affinité, l'association d'intitulés à ces groupes, leur mise en relation et la formulation des « *Customer Concerns* » sont des activités basées sur l'argumentation et sur l'exploitation des connaissances élaborées au fur et à mesure du travail exploratoire. Il s'agit d'une démarche d'interprétation objective des discours et faits observés en entretiens clients. La force du groupe de travail est un atout : analyse, organisation, structuration et discussions sont menées sur la base de la richesse des connaissances et expériences de chaque participant.

### • Classification des « *concerns* » clients

Pour réaliser cette activité, le responsable de projet est aidé par un groupe de travail. Ce dernier est constitué de 2 ou 3 autres personnes intéressées par le projet. Cette étape consiste à évaluer la liste des « *concerns* » clients identifiés précédemment à l'aide de deux critères :

- ✓ **L'impact client**: Il s'agit ici d'estimer l'importance des conséquences d'une difficulté chez le client.
- ✓ **La difficulté de résolution**: Dans ce cas, l'évaluation porte sur la capacité des fournisseurs d'automatismes à apporter une solution par rapport au « *concern* ».

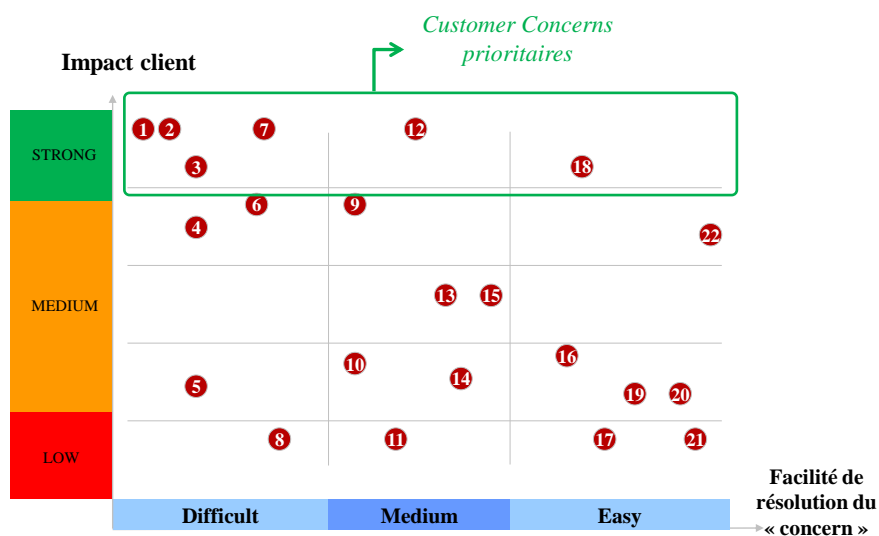
L'échelle utilisée est quantitative. Pour chaque « *customer concern* » et pour chaque critère, une note entre 1 et 5 est attribuée. Les notes signifient :

- ✓ **5** : L'impact client et/ou la difficulté de résolution pour le « *concern* » considéré est très important.
- ✓ **4** : L'impact client et/ou la difficulté de résolution pour le « *concern* » considéré est important.
- ✓ **3** : L'impact client et/ou la difficulté de résolution pour le « *concern* » considéré est moyen.
- ✓ **2** : L'impact client et/ou la difficulté de résolution pour le « *concern* » considéré est faible.

<sup>21</sup> CC : « *Customer Concern* » (voir liste des abréviations)

✓ 1 : L'impact client et/ou la difficulté de résolution pour le « *concern* » considéré est très faible.

Les « *Customer Concerns* » sont ensuite positionnés sur un graphe représentant la difficulté de résolution en fonction de l'impact client. Un exemple d'un tel graphe est donné sur la **Figure IV-15**. Les difficultés dont l'impact client est élevé sont prioritaires pour la génération d'un concept d'offre. Pour les difficultés ciblées dont la facilité est élevée, le fournisseur d'automatisme a les capacités pour générer une offre en réponse à ces « *concerns* ». Lorsque la facilité est notée comme « *faible* », le fournisseur d'automatisme doit identifier les acteurs du marché qui pourront supporter le développement et la commercialisation de l'offre générée.



**Figure IV-15 : Exemple de graphe pour classifier et sélectionner les « concerns » client**

Ainsi, cette classification de « *Customer Concerns* » permet de sélectionner les « *pains* » à traiter en priorité lors des activités de génération d'un concept. Les « *concerns* » prioritaires sont considérés les uns après les autres. Il est possible de constituer une vue d'ensemble des « *concerns* » et de regrouper ceux qui ont une chance d'être résolus par la même solution.

- **Génération du concept d'offre**

Le responsable de projet choisit au minimum 3 autres personnes pour planifier des séances de créativité. Le but de ces séances est de générer un maximum d'idées à l'origine d'un concept de produit ou service. Le choix des méthodes de créativité (brainstorming, purge ou autres) est laissé au responsable de projet. Lors de la séance, des Post-it® rappelant les « *Customer Concerns* » sont affichés aux murs de la salle. Des photos représentant le contexte de travail des acteurs interrogés sont également associées aux « *concerns* ». L'objectif est de générer des concepts qui correspondent aux environnements de travail des acteurs et qui répondent aux difficultés identifiées et ciblées.

Le responsable du projet d'innovation formule ensuite la « *Unique Value Proposition* » (UVP). Pour la phase amont du processus de conception décrite dans cette section, cette formulation signifie répondre à trois questions :

- ✓ Quelles sont les « *Customer Concerns* » auxquels le concept d'offre répond ? Répondre à cette question permet de formuler le facteur qualitatif de l'UVP.
- ✓ Quelle est la valeur pour le client ? Il s'agit ici de quantifier cette valeur.
- ✓ Qu'est-ce qui caractérise l'unicité du concept d'offre proposé en comparaison aux propositions d'offre des concurrents ? Cette question détermine le facteur différenciant.

Trois principaux types d'« *Objets Intermédiaires de Conception* » (OIC<sup>22</sup>) sont ensuite créés par le responsable de projet.

- ✓ **La liste des scénarios d'usage (ou « *use cases* »)** : Il s'agit de recenser tous les scénarios d'usage liés au concept. Ce recensement consiste à renseigner les variables suivantes :
  - **Titre du « *use case* »**
  - **Objectif opérationnel** : Il s'agit de décrire la finalité du scénario (exemple : réduire les consommations énergétiques, assurer la sécurité du réseau informatique industriel).
  - **« *Customer Concerns* » ciblés** : L'objectif est de répondre à la question : « Quel « *Customer Concern* » le concept d'offre résout-il dans le « *use case* » considéré ? ».
  - **Phase du cycle de vie du concept d'offre** : Il s'agit de positionner le « *use case* » par rapport à une des phases suivantes : « *Installation and commissioning* », « *Operations and maintenance* » et « *Upgrades and migration* ». Ces phases sont décrites grâce à la **Figure IV-24** de la section 10.
  - **Utilisateur concerné** : Identifier l'acteur qui intervient dans le scénario.
  - **Étapes** : Lister les étapes d'utilisation du concept permettant d'atteindre l'objectif opérationnel spécifié. Le scénario permet de détailler toutes les étapes d'interaction avec l'offre (exemple : installation mécanique, câblage électrique, interaction avec l'interface graphique du produit, navigation dans le logiciel).

Parmi la liste de « *use cases* » identifiés et décrits, le responsable de projet met en évidence les scénarios qui justifient la « *Unique Value Proposition* ».

- ✓ **La « *Customer User Experience* »** : Cet OIC est un document graphique (ex : vidéo, document power point). Il regroupe l'ensemble des scénarios d'usage précédemment décrits. L'objectif d'un tel document est de rendre vraisemblable et factuel la vie future qu'aurait un usager avec le concept d'offre.
- ✓ **Le « *Catalogue Concept* »** : Ce document présente l'offre proposée sans effet de promotion. Il synthétise les informations de la « *Customer User Experience* ». Il est destiné à être présenté aux acteurs des entreprises clientes du fournisseur d'automatisme. L'objectif est d'obtenir l'avis objectif du client rencontré. Un tel document doit donc faciliter la compréhension du concept et permettre aux interviewés de se projeter personnellement dans les situations d'usage explicitées. Présenter un tel document permet au Responsable du Projet d'innovation (RP) de tester l'acceptabilité du concept pour les clients. Les variables suivantes sont renseignées :
  - **Le titre du concept d'offre.**
  - **Les segments de marché ciblés** : Cette partie répond à la question « *A qui la solution s'adresse ?* ».
  - **Les « *Customer Concerns* » ciblés** : Le responsable du projet d'innovation spécifie les « *pains* » auxquels le concept d'offre répond. Cette partie répond à la question « *A quoi la solution sert ?* ».

---

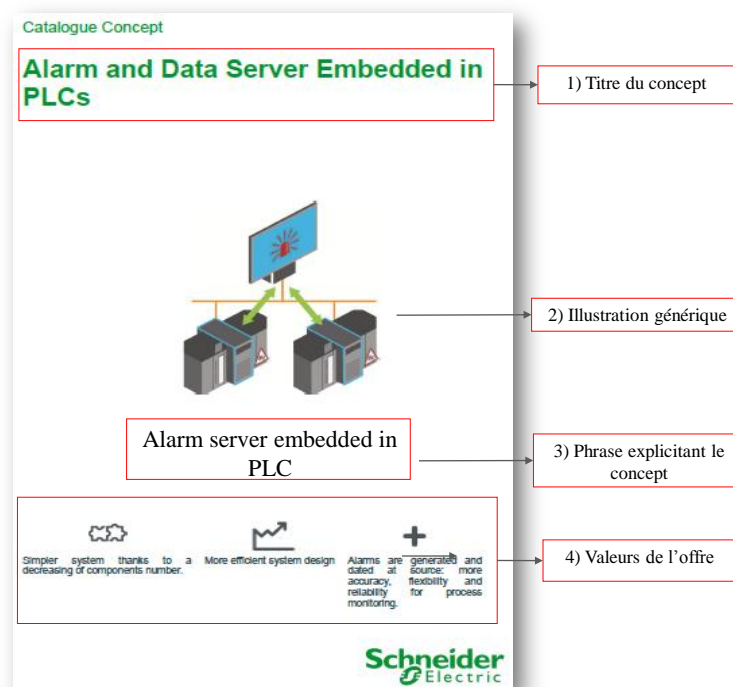
<sup>22</sup> OIC : Objet Intermédiaire de Conception (voir liste des abréviations).

- **La description de l'offre :** Cette partie répond à la question « *Qu'est ce que la solution ?* ». Il s'agit ici de décrire les composants de l'offre ainsi que les fonctions du concept d'offre. Le responsable de projet fait ensuite le lien entre les fonctions de la solution conceptuelle et les « *Customer Concerns* » auxquels ces fonctions permettent de répondre.
- **Scénarios d'usage :** Certains « *use cases* » sont extraits de la « *Customer User Experience* ». Ces scénarios sont sélectionnés en fonction de leur capacité à justifier l'UVP.
- **UVP et autres valeurs de l'offre :** La catalogue justifie et argumente les avantages spécifiques et uniques de la solution. Cette partie répond à la question « *Qu'est ce que la solution apporte ?* ».

La **Figure IV-16** et la **Figure IV-17** montrent des exemples de pages d'un « *Catalogue Concept* ».

Ainsi, ces trois OIC permettent de :

- ✓ Evaluer et peaufiner le concept d'offre en fonction de sa pertinence par rapport aux usages projetés dans les scénarios.
- ✓ Présenter le concept d'offre auprès de différentes parties prenantes en interne au fournisseur d'automatisme et à l'extérieur (exemple : entreprises clientes, fournisseurs, partenaires).
- ✓ Supporter le responsable du projet d'innovation dans ses choix liés à la conception de la solution conceptuelle.
- ✓ Contribuer à produire un cahier des charges et un document de spécification pour le développement du concept d'offre.



**Figure IV-16 : Exemple d'une page de garde d'un « *Catalogue Concept* » sous format papier**

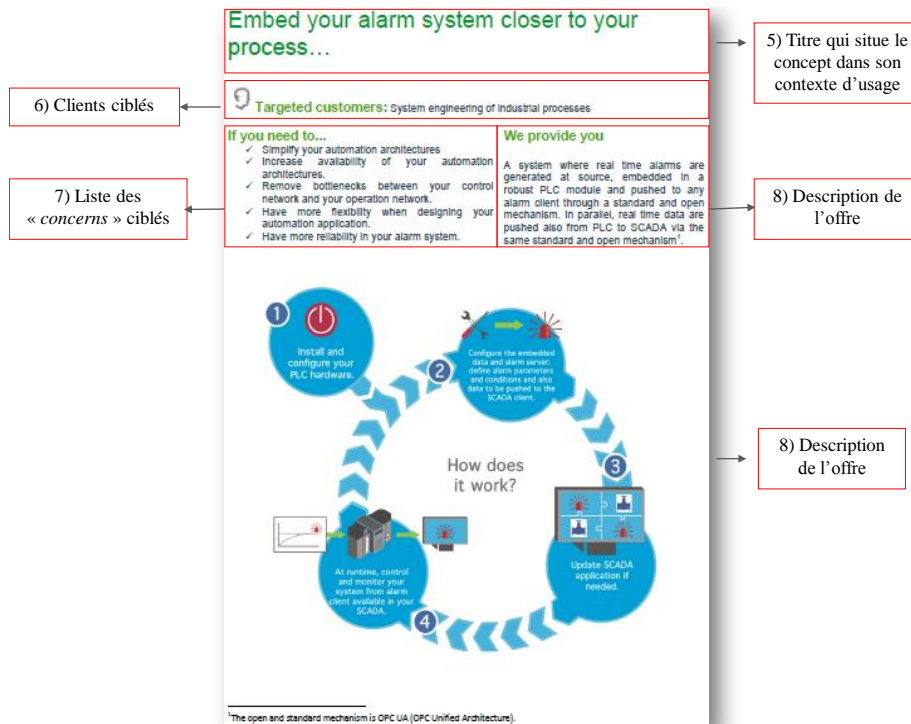


Figure IV-17 : Exemple d'une page n°2 d'un « Catalogue Concept » sous format papier

Ces OIC se construisent de manière itérative car ils s'enrichissent mutuellement. Ils permettent également de peaufiner le concept en fonction de sa compatibilité avec le profil et l'environnement de l'utilisateur ciblé (voir Figure IV-18).

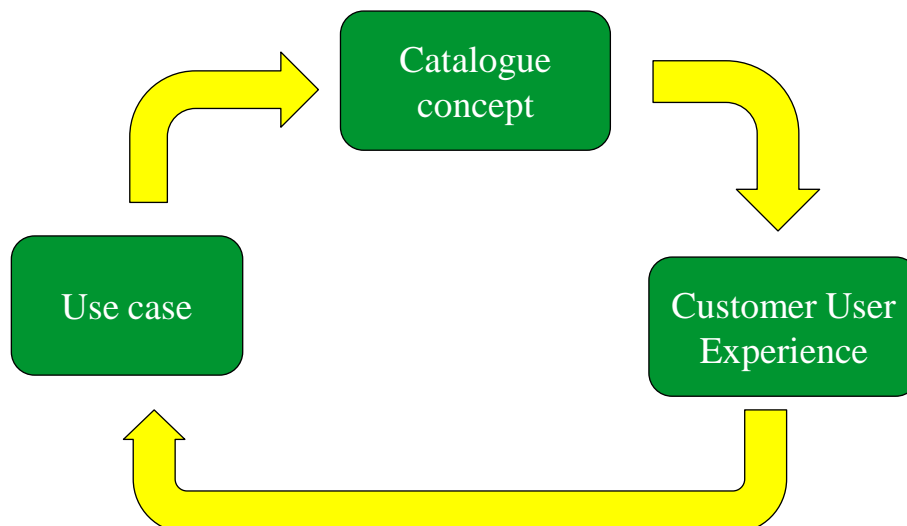


Figure IV-18 : Mode de construction des OIC selon une boucle d'amélioration itérative

- **Test d'acceptabilité du concept d'offre**

Un échantillon de personnes à interroger est défini. Les personnes interrogées sont des représentants de l'acteur cible de la « *question qualifiée* ». Ces représentants sont des personnes liées au sujet traité et pour qui le concept d'offre, s'il est adopté, amènerait à des modifications dans leur vie quotidienne, en termes de pratique et de représentation.

Le RP est libre de choisir la méthode de collecte et de traitement de l'information permettant la validation du concept (exemple : « *focus group* », « *workshop* », « entretien semi-directif »).

Le groupe de travail et le RP montrent le « *Catalogue Concept* » à l'échantillon de personnes choisi. Ces usagers potentiels réagissent à ce qu'ils voient. Ceci permet d'évaluer quelles représentations ils se font du concept.

Un critère détermine l'acceptabilité d'un concept d'offre :

- ✓ **La valeur client.** Cet indicateur correspond à l'intérêt que portent les utilisateurs des entreprises clientes au concept de produit ou service présenté. Les personnes interviewées peuvent :
  - Démontrer un refus catégorique de la solution
  - Enoncer des pistes d'amélioration
  - Confirmer qu'elles achèteraient le produit ou service s'il était disponible.

La méthode CAUTIC® développée par Philippe Mallein en 1996 permet d'évaluer le degré d'acceptabilité d'une innovation. Pour ce faire, la méthode se traduit par le recrutement de 10 à 15 utilisateurs potentiels afin de réaliser les entretiens. Le Responsable de Projet d'innovation (RP) peut également utiliser la méthode CAUTIC® pour l'activité « *Test d'acceptabilité du concept d'offre* » de la phase amont du processus de conception décrite.

- **Etude faisabilité technique et « Business »**

La **Figure IV-2** de cette section nous montre que cette étape ne fait pas partie de notre périmètre d'étude pour ce travail de thèse. Cette activité vise l'évaluation de trois critères :

- ✓ **La faisabilité technique.** Il s'agit d'évaluer les coûts de développement du projet, les risques techniques et la capacité du fournisseur d'automatisme à industrialiser la solution.
- ✓ **La valeur « business ».** Cet indicateur est validé si :
  - Les segments de marché ciblés sont identifiés et présents
  - Le business model défini est faisable pour le fournisseur d'automatisme
  - Les retours sur investissement du projet estimés sont positifs.
- ✓ **Le transfert « business ».** Cet indicateur est vert si un groupe de personnes au sein du fournisseur d'automatisme prend en charge le projet pour déployer la phase aval du processus de conception. Les activités incluses dans cette phase consistent à développer techniquement le produit ou service. A la fin de ce processus, l'offre sera ensuite industrialisée (dans le cas d'un produit) et commercialisée.

Le RP et le groupe de travail utilisent une échelle qualitative constituée de 4 critères (valeur client, faisabilité technique, valeur « business », transfert « business »). Les notes attribuées sont : vert, orange ou rouge. La note « orange » correspond à des améliorations à apporter au concept. Une boucle itérative est alors réalisée. Elle consiste à revenir à l'étape précédente « *générer le concept d'offre* » afin de peaufiner la solution. La note « rouge » implique un archivage du projet dans une base de données. Une difficulté majeure sur le projet est identifiée. Il pourra de nouveau être ouvert lorsque la difficulté (relative à un des 4 critères précédemment décrits) sera levée. La note « vert » montre une absence de difficulté ou de point bloquant par rapport aux indicateurs. Si tous les indicateurs sont



notés « vert », le concept d'offre est dit acceptable et pourra donc suivre l'étape suivante : « *développement du concept d'offre* ». Cette dernière étape ne fait plus partie de la phase amont du processus de conception.

### 9.3 Liste des manques identifiés liés à la question de recherche

Les concepteurs industriels ont des difficultés pour élaborer des concepts qui fassent consensus auprès des entreprises clientes. La convergence IT OT est une illustration de situations dans lesquelles les concepts de produit ou service impliquent de potentiels rejets (refus d'investissement ou d'utilisation). Les activités de la phase amont du processus de conception précédemment décrits sont analysées. Cette analyse s'effectue au regard de la question de recherche pour révéler les manques de la phase amont du processus de conception. La **Figure IV-19** permet de représenter le positionnement des manques sur la phase amont du cas d'étude.

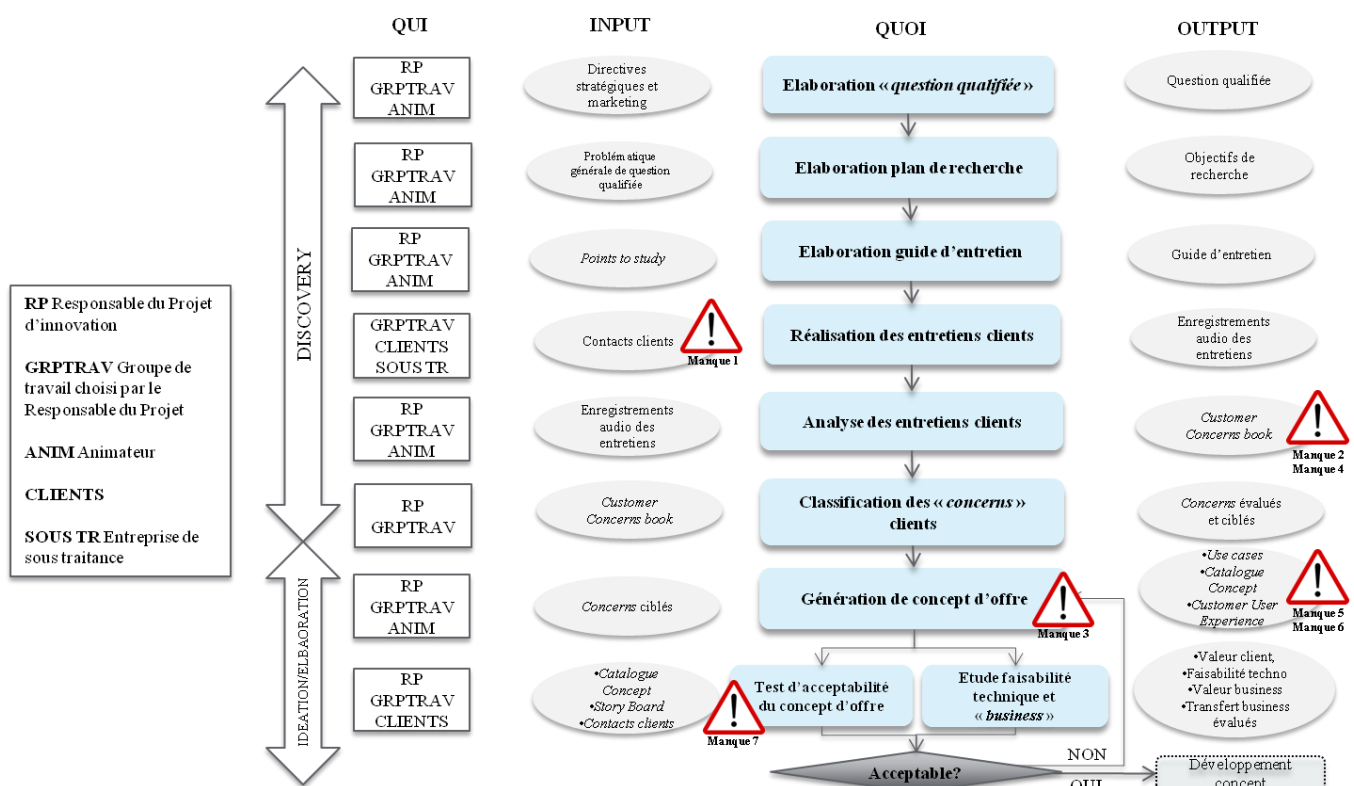


Figure IV-19 : Positionnement des manques sur les activités de la phase amont du processus de conception

- **Manque 1 : Réalisation des entretiens clients**

- ✓ **Input : Contacts clients**

Les « *Customer Concerns* » diffèrent d'un acteur à l'autre au sein d'une même entreprise. Il est donc nécessaire de cibler toutes les fonctions archétypales d'acteurs chez les clients permettant d'identifier l'ensemble des opportunités de création de valeur. Dans l'étape « *Réalisation des entretiens clients* », seuls les profils « *utilisateurs de solution OT* » ciblés par la « *question qualifiée* » sont contactés et interrogés. Les « *concerns* » sont uniquement perçus à travers la vision utilisateur. Un concept d'offre est ensuite généré pour répondre aux problèmes clients identifiés (voir étape « *Génération de concept d'offre* »). Le manque 2 identifié impliquera un concept d'offre couvrant une partie et non l'ensemble des opportunités de création de valeur.

- **Manque 2 : Analyse des entretiens clients**

- ✓ **Output : Customer Concerns book**

Pour rappel, le « *Customer Concerns book* » est un livrable obtenu à la suite de l'analyse des entretiens clients. Il s'agit d'une liste de « *pains* » identifiés chez les clients et en lien avec la question qualifiée. Plusieurs catégories d'informations permettent de définir le « *concern* » : la cause, l'impact, le palliatif, la critique du palliatif, un exemple de verbatim client, une photo de la situation d'usage. Or, les « *concerns* » sont des douleurs ressenties par différentes fonctions archétypales d'acteurs. Les utilisateurs de solution OT ne sont pas les seuls concernés. Il est nécessaire de spécifier le type d'acteur associé au problème dans la description du « *Customer Concern* ». La catégorie d'information « *acteur* » est donc manquante. Dans l'étape « *Elaboration de concept d'offre* », une solution est imaginée pour répondre aux « *pains* » identifiés. Ce concept doit correspondre aux attentes et caractéristiques de l'acteur associé au « *concern* ».

- **Manque 3 : Génération de concept d'offre**

- ✓ **Étape : Génération de concept d'offre**

Cette étape vise à élaborer un concept de produit ou service permettant de répondre aux « *Customer Concerns* » ciblés. Or, une solution conceptuelle influe sur les comportements et relations des acteurs au sein d'une entreprise cliente. Ainsi, il est nécessaire de tenir compte des fonctions archétypales d'acteurs et de leurs relations dès la phase d'idéation afin d'anticiper les rejets d'une solution (refus d'investissement ou d'utilisation).

- **Manque 4 : Analyse des entretiens clients**

- ✓ **Output : Customer Concerns book**

La mise en exergue du manque 3 souligne la nécessité de décrire les comportements et relations des acteurs au sein d'une entreprise cliente. Cette description doit constituer l'« *output* » d'une activité antérieure à la « *génération de concept d'offre* ». Or, le « *Customer Concern book* » ainsi que les « *concerns* » évalués et ciblés constituent les uniques livrables archivés de la phase « *Discovery* ». Par conséquent, un livrable permettant d'explicitier les fonctions archétypales d'acteur, leur comportement et leurs relations au sein des entreprises clientes doit accompagner le « *Customer Concern book* ».

- **Manque 5 : Génération du concept d'offre**

- ✓ **Ouput : Use cases, Customer User Experience, Catalogue Concept**

Cette étape vise à élaborer un concept de produit ou service pour répondre aux « *Customer Concerns* » ciblés. Or, une solution conceptuelle influe sur les comportements et relations des acteurs au sein d'une entreprise cliente. Une telle influence peut être à l'origine d'un rejet (refus d'investissement ou d'utilisation). Ces changements organisationnels ne sont pas évalués une fois le concept d'offre généré. Une telle évaluation signifie :

- Caractériser les impacts du concept sur les caractéristiques des fonctions archétypales d'acteurs concernés par un concept d'offre.
  - Caractériser les impacts du concept sur les relations entre acteurs concernés par un concept d'offre.

- **Manque 6 : Génération du concept d'offre**

- ✓ **Ouput : Use cases, Customer User Experience, Catalogue Concept**

Cette étape vise à élaborer un concept de produit ou service pour répondre aux « *Customer Concerns* » ciblés. Des OIC sont ensuite créés.

Pour illustration, les « *use cases* » permettent de créer des présentations qui rendent vraisemblables la vie d'un utilisateur avec le concept d'offre généré. Cet utilisateur a été ciblé lors de la question qualifiée. Or, une solution conceptuelle s'intègre par rapport à un système d'acteurs inter reliés. Par conséquent, chaque acteur concerné par le concept cherche à se projeter personnellement par rapport à un scénario d'usage. Il est donc nécessaire de tenir compte de l'ensemble des fonctions archétypales d'acteurs en interaction avec le produit ou service lors de la création des OIC. Cette prise en considération facilite l'expression des freins et motivations à adopter un concept. Le Responsable du Projet d'innovation peut ainsi peaufiner le concept en fonction des réactions des différents acteurs en lien avec la solution.

De plus, un OIC peut contribuer à élaborer des spécifications fonctionnelles pour le développement d'un produit. Ainsi, tenir compte de l'aspect multi-acteurs facilite l'anticipation de la non-adéquation entre des fonctions du concept et les comportements ou relations entre acteurs.

- **Manque 7 : Test d'acceptabilité du concept d'offre**
  - ✓ **Input : Contacts client**

Toutes les fonctions archétypales d'acteurs liés au projet d'innovation ne sont pas interrogées pour valider l'acceptabilité du concept. Leur avis n'est pas pris en compte. Le concept n'est pas peaufiné en fonction des pistes d'amélioration potentiellement émises par tous ces acteurs.

Cette section a permis de décrire le cas d'étude et d'en identifier les manques relatifs à la question de recherche. La section suivante présente et justifie l'architecture de solution pour répondre à ces manques.

## 10. Description de l'architecture de solution méthodologique : processus RACCP

### 10.1 Elaboration d'une analyse fonctionnelle du besoin du cas d'étude

La section 9 a permis d'identifier les manques du cas d'étude. Ces manques sont relatifs à la question générale de recherche. Le but de la section 10 est double :

- La mise en évidence d'exigences fonctionnelles concernant ce cas d'étude. Cette mise en exergue s'appuiera sur les manques identifiés.
- La description des composants de solution permettant de répondre aux exigences fonctionnelles.

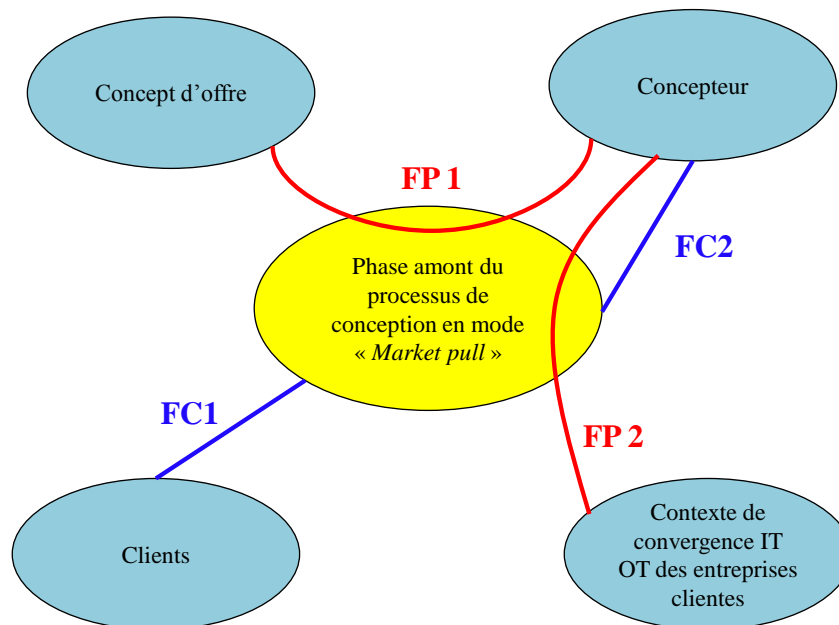
Pour ce faire, des outils de l'analyse fonctionnelle sont employés (Audry, 2010). Dans un premier temps, une analyse fonctionnelle du besoin permet de lister les fonctions attendues pour la phase amont du processus de conception. Les manques identifiés sont alors positionnés par rapport à ces fonctions attendues. Le diagramme pieuvre est l'outil utilisé pour recenser les fonctions principales et les fonctions contraintes du système étudié. Une fonction principale (FP) répond à la question : « *Pourquoi le système a-t-il été créé ?* ». Une fonction contrainte (FC) répond à la question : « *Quelles sont les contraintes que l'objet doit satisfaire ?* ».

Par la suite, une analyse fonctionnelle technique permet d'associer des solutions techniques aux fonctions attendues listées précédemment. Ces solutions techniques sont les composants de la solution méthodologique proposés pour cette thèse (voir section 10.2).

Le diagramme pieuvre nécessite de décrire les éléments du milieu extérieur au système étudié : la phase amont du processus de conception en mode « *market pull* ». Ces éléments sont :

- **Le concepteur** : il s'agit de l'utilisateur du système.
- **Le concept d'offre** : cet objet est le résultat attendu après déploiement du système.
- **Les clients** : ce sont les différentes personnes au sein des entreprises clientes des fournisseurs d'automatisme industriel.
- **Le contexte de convergence IT OT des entreprises clientes** : ce contexte a été explicité dans la partie II.

Les différentes fonctions (fonctions principales (FP) et fonctions contraintes (FC)) sont ensuite répertoriées. Elles font le lien entre le système et les éléments du milieu extérieur (voir **Figure IV-20**).



**Figure IV-20 : Diagramme pieuvre du cas d'étude : Phase amont du processus de conception en mode « Market pull »**

**FP 1** : Le concepteur doit générer un concept d'offre.

**FP 2** : Le concepteur doit s'adapter au contexte de convergence IT OT des entreprises clientes (acceptation du concept d'offre).

**FC 1** : La phase amont du processus de conception en mode « market pull » doit impliquer les clients lors de son déploiement.

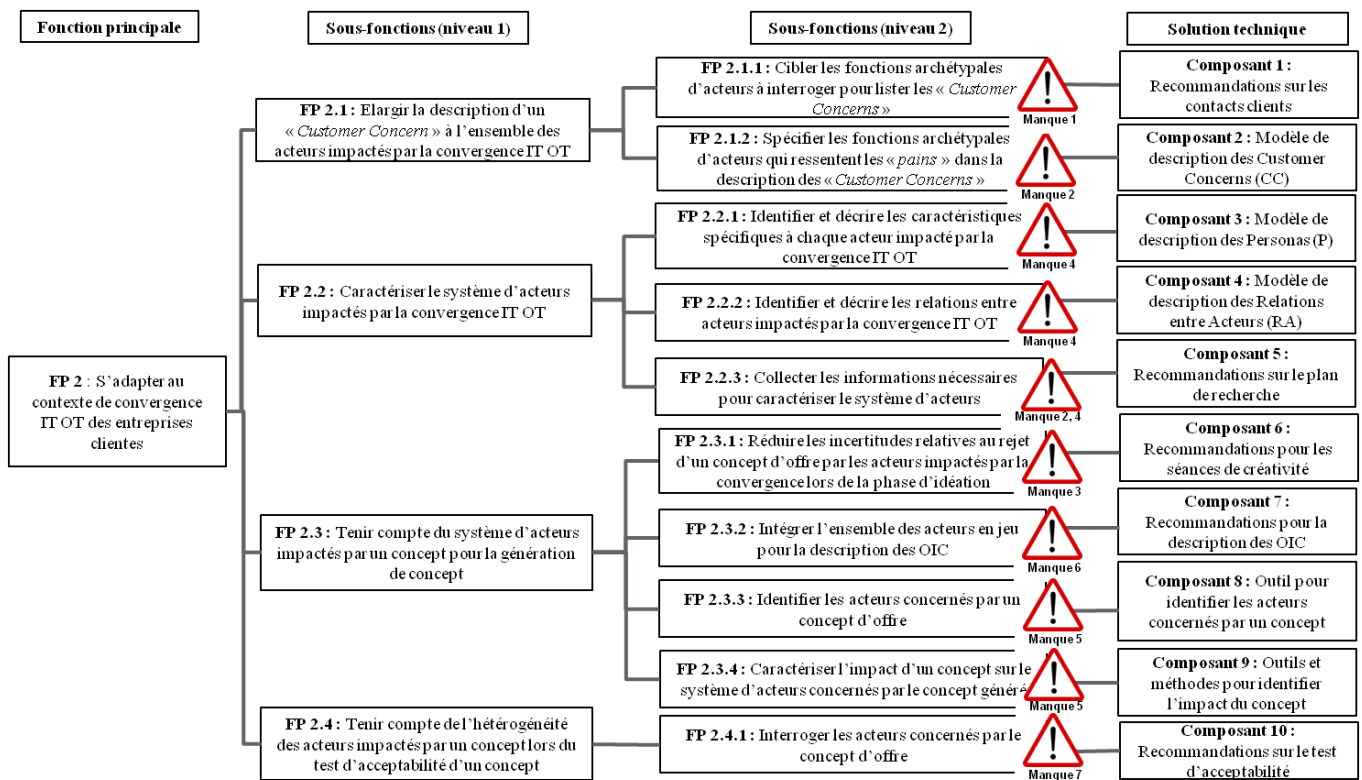
**FC 2** : La phase amont du processus de conception en mode « market pull » doit être facile à déployer pour un concepteur.

Les manques identifiés lors de l'analyse du cas d'étude sont relatifs à la fonction principale 2 (FP2). Ainsi, l'analyse fonctionnelle technique porte uniquement sur cette fonction. Le but est d'élaborer des solutions techniques en réponse à ces manques. Le diagramme « *Function Analysis System Technique* » (FAST) (Audry, 2010) est un outil de l'analyse fonctionnelle technique pour traduire les fonctions principales et contraintes en solutions techniques.

## 10.2 Description des composants de l'architecture de solution méthodologique

Le principe du diagramme FAST est de décomposer les fonctions identifiées dans le diagramme pieuvre (voir **Figure IV-20**) en sous-fonctions. Le but est ensuite d'associer des solutions pour réaliser ces fonctions. Cet outil se construit de gauche à droite dans une logique du « pourquoi » au « comment ».

Comme évoqué, la démarche adoptée consiste à développer le diagramme FAST pour la fonction principale 2 (FP2) : « *Le concepteur doit s'adapter au contexte de convergence IT OT des entreprises clientes (acceptation du concept d'offre)* ». Le résultat de cette démarche est représenté sur la **Figure IV-21**. Les manques identifiés dans la section 9 sont ensuite positionnés sur les sous-fonctions mal ou non réalisées. Des solutions sont envisagées pour combler ces manques. Ce sont les résultats de cette thèse.



**Figure IV-21 : Diagramme « Function Analysis System Technique » FAST de la fonction principale 2 (FP 2) du système « Phase amont du processus de conception en mode « Market pull »**

Ce travail de thèse propose d'intégrer les composants 1 à 9 au sein de la phase amont du processus de conception du cas d'étude. Cette intégration de composants permet d'aboutir à un processus qui sera appelé processus RACCP. Les trois premiers composants de solution sont le modèle de description des relations entre acteurs (RA), le modèle de description des « Customer Concerns » (CC) et le modèle de description des personas (P). La finalité de ce processus RACCP est de répondre aux manques identifiés précédemment. Les activités du cas d'étude exploitant les composants de la solution technique sont colorées en orange sur la **Figure IV-22**. Les autres activités restent inchangées.

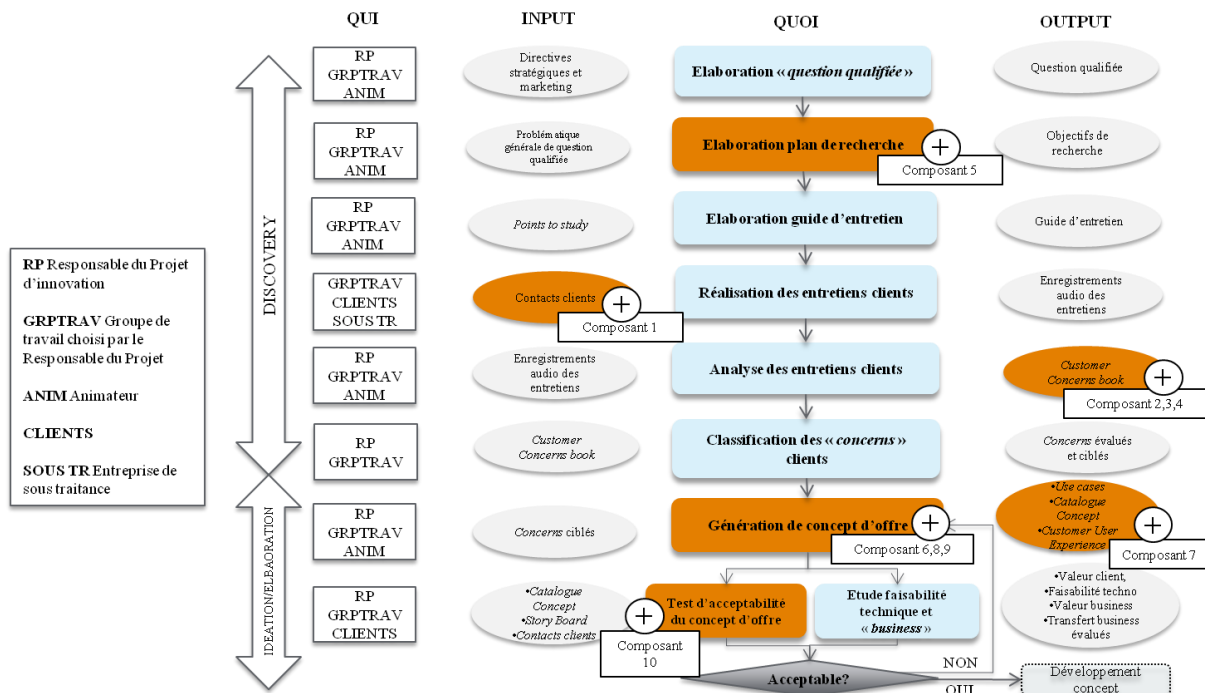


Figure IV-22 : Représentation du processus RACCP

### 10.2.1 Activité « Elaboration plan de recherche »

- **Composant 5 : Recommandations sur le plan de recherche**  
✓ **Présentation du composant 5**

Pour rappel, le plan de recherche consiste à lister des « *points to study* » qui sont ensuite regroupés en objectifs de recherche.

Or, ce plan de recherche doit anticiper le besoin d'informations pour instancier les modèles des composants 1,2 et 3 (modèle de description des « *Customer Concerns* » (CC), le modèle de description des Personas (P) et le modèle de description des Relations entre Acteurs (RA)).

Les recommandations du composant 5 consistent donc à lister les « *points to study* » par groupes de travail de 2 ou 3 personnes. Parmi ces « *points to study* » listés, certains doivent permettre de collecter les informations nécessaires au renseignement des variables des modèles cités. Ces mêmes « *points to study* » sont ensuite regroupés en objectifs de recherche. Ainsi, quatre objectifs de recherche génériques et systématiques peuvent être définis :

- **Objectif 1** : Comprendre le contexte d'évolution du système considéré dans la question qualifiée.
- **Objectif 2** : Comprendre les difficultés rencontrées dans le contexte considéré dans la question qualifiée.
- **Objectif 3** : Identifier et caractériser les acteurs impactés par les difficultés identifiées.
- **Objectif 4** : Identifier les relations entre acteurs dans les entreprises clientes.

Ces objectifs servent de canevas pour lister les « *points to study* ». Ces derniers sont à préciser et spécifier selon le contexte considéré. Pour rappel, le contexte considéré doit tenir compte du champ de validité de ce travail de thèse. Par conséquent, il doit être similaire à celui de la convergence IT OT.

### 10.2.2 *Input « Contact clients »*

- **Présentation du composant 1 : Recommandations sur les contacts clients**

Pour rappel, les entretiens clients visent à collecter les informations nécessaires pour répondre aux objectifs de recherche. Les recommandations du composant 1 consistent à lister toutes les fonctions archétypales d'acteurs dont les rôles sont liés aux objectifs de recherche. Ces acteurs peuvent se retrouver dans plusieurs fonctions d'entreprise. Au cours des entretiens, les membres du groupe de travail peuvent découvrir de nouveaux acteurs en lien avec ces objectifs. La liste pourra alors être étendue.

### 10.2.3 *Output « Customer Concerns book »*

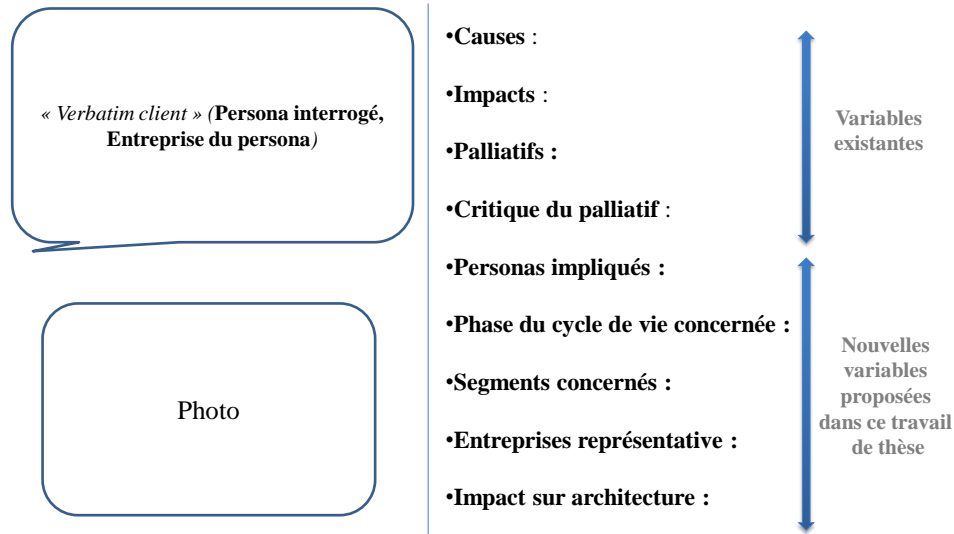
- **Présentation du composant 2 : Modèle de description des « Customer Concerns »**

Pizelle et al (2014) proposent 6 variables pour décrire un « *Customer Concern* ». Ces variables sont actuellement utilisées au sein du cas d'étude pour décrire les « *pains* » :

- ✓ **Le titre** : Cette catégorie d'information répond à la question « *quelle la difficulté ressentie ?* ».
- ✓ **La cause** : Cette variable permet d'expliquer la raison, l'origine du problème. Elle répond à la question « *pourquoi ce problème est-il arrivé ?* ».
- ✓ **L'impact** : Cette catégorie d'informations décrit les effets et les conséquences du « *pain* ».
- ✓ **Le palliatif** : Il s'agit de la solution qu'un utilisateur met en œuvre pour résoudre ses propres problèmes. Il n'y en a pas toujours.
- ✓ **La critique du palliatif** : Il s'agit de décrire les problèmes rencontrés par l'utilisateur lors de l'emploi de ce palliatif.
- ✓ **Le verbatim associé** : Cette variable permet d'illustrer la difficulté par les propos tenus par les personnes soumises à l'entretien.

Le composant 2 est la solution technique à la sous-fonction manquante (manque 2) : « *FP 2.1.2 : Spécifier les fonctions archétypales d'acteurs qui ressentent les « pains » dans la description des « Customer Concerns »* ». Dans ce cadre, ce travail de thèse propose l'exploitation de 5 variables supplémentaires. Ces dernières sont : persona(s) impliqué(s), la phase du cycle de vie OT concernée, le segment de marché concerné, les entreprises types, l'impact sur l'architecture. Le modèle de description des « *Customer Concerns* » est présenté sur la **Figure IV-23**.

## CC n°XX : Titre « Customer Concern »



**Figure IV-23 : Modèle de description des « Customer Concerns »**

Ces nouvelles variables sont justifiées dans le **Tableau IV-3** ci-dessous.

**Tableau IV-3: Justification des variables supplémentaires pour la description d'un « Customer Concern »**

Variables	Descriptions	Justifications
Persona(s) impliqué(s)	Il s'agit des acteurs affectés par la difficulté.	Les difficultés identifiées peuvent impacter différents acteurs ou personas. Or, le manque 3 met en relief la nécessité de correspondance entre un concept et les caractéristiques des acteurs associés au « concern ». Ainsi, identifier et spécifier ces acteurs va permettre le développement d'un concept d'offre adapté à chacun d'entre eux. A cet effet, la description des personas est également nécessaire (voir composant 3 : modèle de description des Personas (P)).
La phase du cycle de vie OT concernée	Il s'agit d'identifier les étapes du cycle de vie OT où la difficulté est ressentie.	Une difficulté dépend de la phase du cycle de vie d'un système OT. Ces phases font intervenir divers acteurs à prendre en compte pour l'élaboration d'un concept. Elles sont décrites sur la <b>Figure IV-24</b> .
Segment de marché concerné	Les trois segments de marché considérés sont : les entreprises manufacturières, les entreprises mettant en œuvre des processus industriels et les infrastructures.	Les systèmes OT et IT font intervenir des acteurs différents. Or, les composants de ces systèmes diffèrent selon le segment de marché considéré. Les « Customer Concerns » dépendent donc des segments de marché.
Entreprise(s) type(s)	Il s'agit de lister le(s) entreprise(s) représentative(s) où la difficulté a été ou peut être rencontrée.	Lister ces entreprises permet de se représenter le contexte d'occurrence d'un « Customer Concern » parmi l'ensemble des entreprises clientes interrogées.



Impact sur l'architecture	Il s'agit de positionner les difficultés rencontrées sur les composants techniques des systèmes OT et IT présents chez les entreprises clientes interrogées. Cette variable répond à la question : « <i>quels sont les composants des systèmes OT et IT qui sont sources d'insatisfactions ?</i> »	La convergence IT OT peut faire émerger des difficultés concernant le lien technique ou humain entre les systèmes OT et IT. Ces difficultés impliquent alors des types d'acteurs différents provenant de deux systèmes différents. Le concept d'offre en réponse à ses « <i>pains</i> » devra correspondre de manière équivalente à ces différents types d'acteurs.
---------------------------	--	---

Chaque variable du **Tableau IV-3** est ensuite détaillée ci-dessous.

✓ **Variable « *Persona impliqué* »**

Au vu de la sous-fonction « *FP 2.1.2 : Spécifier les fonctions archétypales d'acteurs qui ressentent les « pains » dans la description des « Customer Concerns* » », la variable supplémentaire « *persona impliqué* » peut sembler suffisante pour combler le manque 3. Cependant, un acteur est défini comme tel dans la mesure où il intègre un potentiel de médiations et d'interaction avec d'autres acteurs par des moyens physiques ou cognitifs (Law, 2009). Law (1992) propose de voir un acteur comme une entité humaine ou non. Dans le cadre spécifique du composant 2, un acteur est vu comme une entité humaine. Ce sont des personnes qui interagissent avec des éléments (humains ou non) propres à son environnement. Ces interactions définissent un acteur. Par conséquent, il est nécessaire de définir l'environnement dans lequel le « *persona impliqué* » interagit avec des composants tiers. Ainsi, le travail de thèse propose les variables suivantes : « *phase du cycle de vie OT concernée* », « *segment de marché concerné* », « *entreprises* » et « *impact sur l'architecture* ». Ces variables anticipent également sur l'étape « *Génération du concept d'offre* » du cas d'étude. Elles en facilitent le déroulement.

✓ **Variable « *Phase du cycle de vie OT* »**

Il s'agit maintenant de détailler la variable « *Phase du cycle de vie OT concerné* ». Un système OT suit deux étapes majeures durant son cycle de vie : conception et installation, exploitation et modification. Ces deux phases peuvent être scindées en sous étapes représentées sur la **Figure IV-24**.



**Figure IV-24 : Phases du cycle de vie OT (Rockwell Automation, 2015)**

- **Conception et installation.** Cette macro-phase peut être détaillée en 4 sous-étapes :
  - « *Feasibility and conceptual studies* » : Les besoins de l'entreprise souhaitant mettre en place un système OT sont étudiés. La situation économique de l'entreprise (ressources humaines disponibles, menaces potentielles et majeures), le retour sur investissement et la faisabilité du projet sont également étudiés.

- « *Front engineering and design* » : Cette phase a pour but la définition des spécifications techniques, du périmètre du projet, la validation des risques et la planification du projet.
- « *Design and Engineering* » : Cette phase correspond aux activités de conception détaillée des composants du système OT (réseau informatique industriel, réseau d'électricité, système de contrôle-commande), la gestion de la construction (achat matériel, contrôle qualité), le test et la simulation.
- « *Installation and commissioning* » : Cette étape consiste à réaliser les validations fonctionnelles des composants du système OT mis en place, à former les opérateurs et la maintenance à l'exploitation des installations et équipements en place, à rédiger la documentation permettant l'exploitation de ces installations et équipements.
- **Exploitation et modification.** Cette deuxième macro-phase peut être décomposée en 2 sous-étapes :
  - « *Operation and Maintenance* » : Il s'agit de faire fonctionner et d'exploiter les équipements et installations tout en minimisant le nombre de pannes.
  - « *Upgrades and Migration* » : Cette étape permet les mises à jour logicielles, le renouvellement du matériel et/ou modifications de composants du système OT.

Ainsi, les acteurs qui vont concevoir et installer les systèmes OT n'ont pas les mêmes profils que ceux qui exploitent et maintiennent ces mêmes systèmes.

#### ✓ Variable « *Segment de marché* »

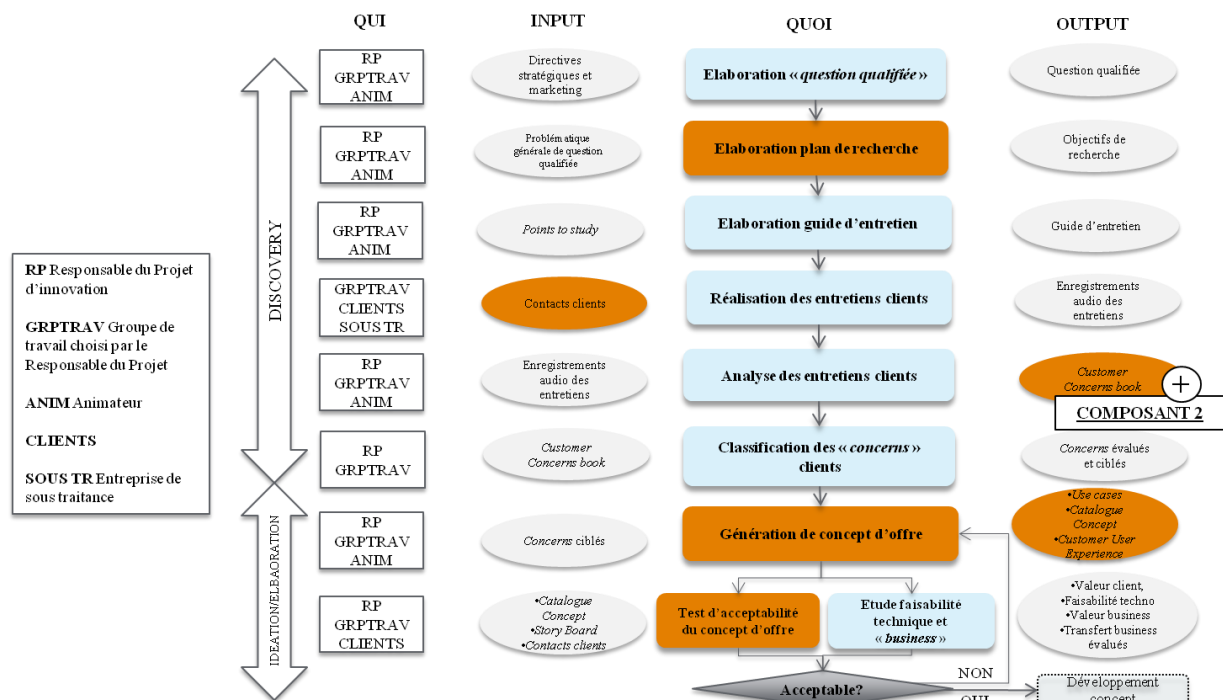
La variable « *segment de marché* » peut prendre trois valeurs : entreprise manufacturière, entreprise mettant en œuvre des processus industriels (de type « *biens de consommation* » et « *clé en mains* ») et infrastructures. Chacun de ces segments ont été définis dans la partie II.

#### ✓ Variable « *Impact sur l'architecture* »

Les architectures présentes dans les entreprises présentent un système OT et un système IT. La variable « *Impact sur l'architecture* » du modèle de description des « *Customer Concerns* » consiste à positionner la difficulté ressentie par les acteurs par rapport aux architectures composées de ces deux types de systèmes.

- **Méthode d'instanciation du composant 2 : Modèle de description des « Customer Concerns »**

La **Figure IV-25** met en évidence le positionnement du composant 2 dans le processus RACCP.



**Figure IV-25 : Le composant 2 dans le processus RACCP**

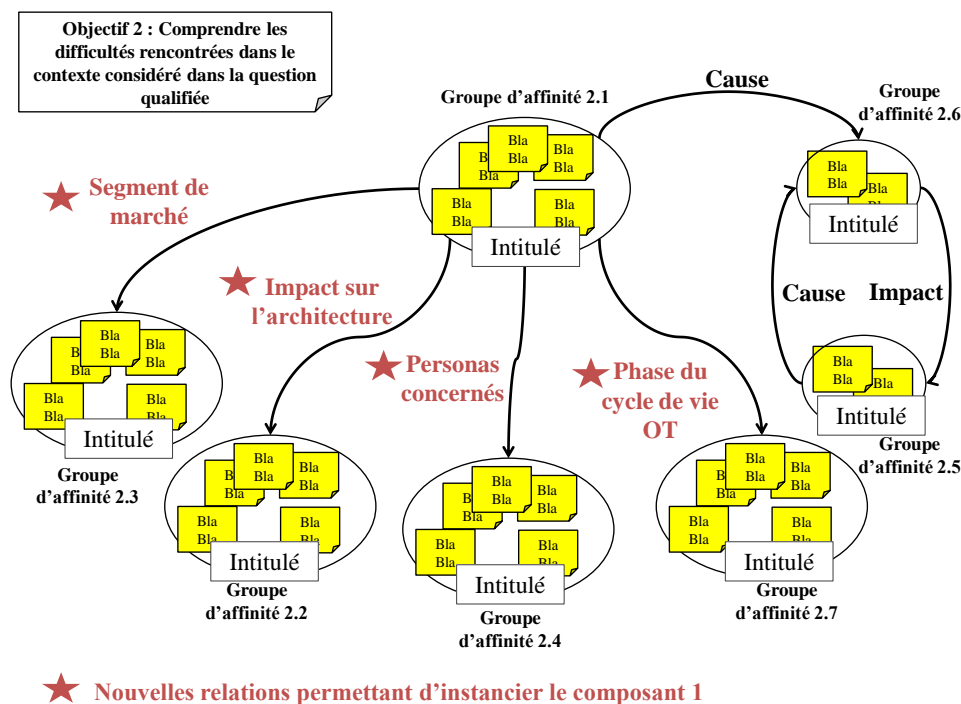
Comme décrit dans le cas d'étude (section 9), l'analyse des entretiens clients consiste à :

- ✓ **Etape 1** : Associer les verbatims clients aux objectifs de recherche.
- ✓ **Etape 2** : Constituer des groupes d'affinité de verbatims et ce, objectif par objectif.
- ✓ **Etape 3** : Intituler les groupes d'affinité (sujet, verbe, complément).
- ✓ **Etape 4** : Créer des relations de type cause, impact et paradoxe entre groupes d'affinité.
- ✓ **Etape 5** : Considérer les relations entre groupes d'affinité pour décrire les « Customer Concerns ».

La méthode d'instanciation du composant 2 s'inspire de la méthode utilisée dans le cas d'étude pour analyser les entretiens clients. Elle consiste à :

- ✓ **Etape 1** : Associer les verbatims clients aux objectifs de recherche.
- ✓ **Etape 2** : S'intéresser aux verbatims associés à l'objectif générique n°2 : Comprendre les difficultés rencontrées dans le contexte considéré dans la question qualifiée.
- ✓ **Etape 3** : Constituer des groupes d'affinité de verbatims.
- ✓ **Etape 4** : Intituler les groupes d'affinité (sujet, verbe, complément).
- ✓ **Etape 5** : Créer des relations entre groupes d'affinité. Ces relations peuvent être de type : cause, impact, paradoxe, phase du cycle de vie OT, personas concernés, impact sur l'architecture et segment de marché.
- ✓ **Etape 6** : Considérer les relations entre groupes d'affinité pour instancier le modèle de description des « Customer Concerns ».

Le résultat de cette précédente méthode est illustré par la **Figure IV-26**.



**Figure IV-26 : Méthode de mise en relations des groupes d'affinité pour instancier le modèle de description des « Customer Concerns »**

Par comparaison au cas d'étude de la section 9, la méthode d'instanciation du composant 2 nécessite la mise en évidence de nouvelles relations entre groupes d'affinités : segment de marché, impact sur l'architecture, personas concernés et phase du cycle de vie OT. Ces nouvelles relations sont mises en exergue par une étoile rouge sur la **Figure IV-26**.

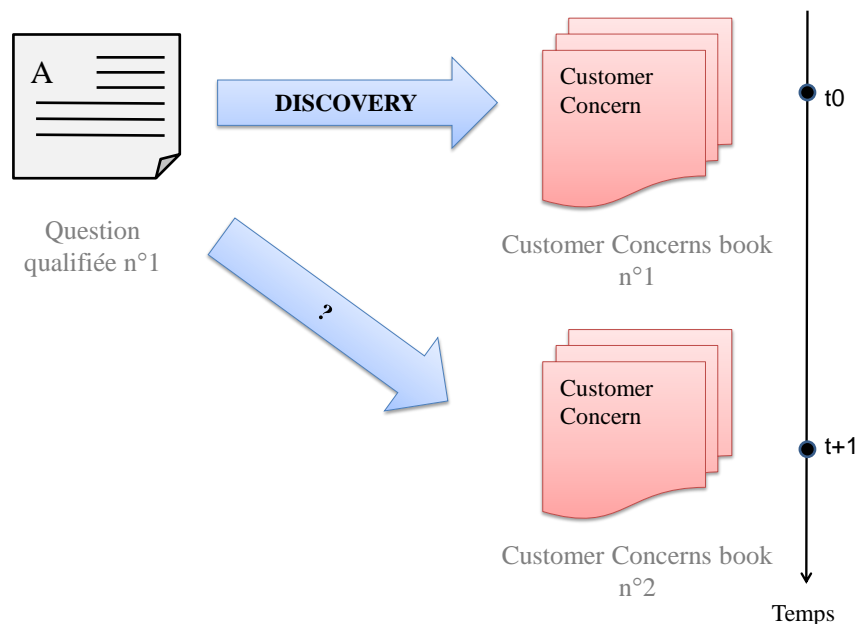
La description des activités de la phase amont du processus de conception justifie l'intérêt d'un travail collectif. L'élaboration des groupes d'affinité, l'association d'intitulés à ces groupes, leur mise en relation et la formulation des « Customer Concerns » sont des activités basées sur l'argumentation et sur l'exploitation des connaissances élaborées au fur et à mesure du travail exploratoire. Il s'agit d'une démarche d'interprétation objective des discours et faits observés en entretiens clients. La force du groupe de travail est un atout : analyse, organisation, structuration et discussions sont menées sur la base de la richesse des connaissances et expériences de chaque participant.

- **Méthode de mise à jour du composant 2 instancié : Modèle de description des « Customer Concerns »**

Dans cette section, la doctorante s'intéresse à la pérennité du « Customer Concerns book » n°1 généré à  $t_0$  à partir de la question qualifiée n°1 via le déploiement de la phase «Discovery». Les évolutions technologiques influent sur les comportements individuels en entreprise. Pour illustration, l'Insee (2016) a établi les études statistiques suivantes : quatre ouvriers sur cinq utilisent Internet en 2012, contre un sur deux cinq ans auparavant. Par ailleurs, « depuis quelques années, de nouveaux supports (smartphone, netbook, tablette, lecteur MP3, livre électronique, etc.) se sont développés et permettent d'accéder à Internet en dehors de chez soi ou de son lieu de travail. » (Insee, 2016). Par conséquent, certains « Customer Concerns » sont susceptibles d'évoluer. Par exemple, la difficulté pour des ouvriers de déclarer la panne d'une machine au travers du logiciel GMAO peut devenir obsolète. La

familiarisation avec les nouvelles technologies numériques justifie la remise en question d'un tel « concern ».

A  $t_{+1} > t_0$ , un RP décide de démarrer un projet en considérant le même périmètre d'innovation c'est-à-dire la question qualifiée n°1. Les interrogations suivantes peuvent alors être soulevées : Quels « pains » du « *Customer Concerns book* » n°1 sont toujours valides ? Quels « pains » ont évolué ? Quels « pains » peuvent être supprimées ou ajoutées ? Le contexte de mise à jour du composant 2 précédemment décrit est illustré sur la **Figure IV-27**.

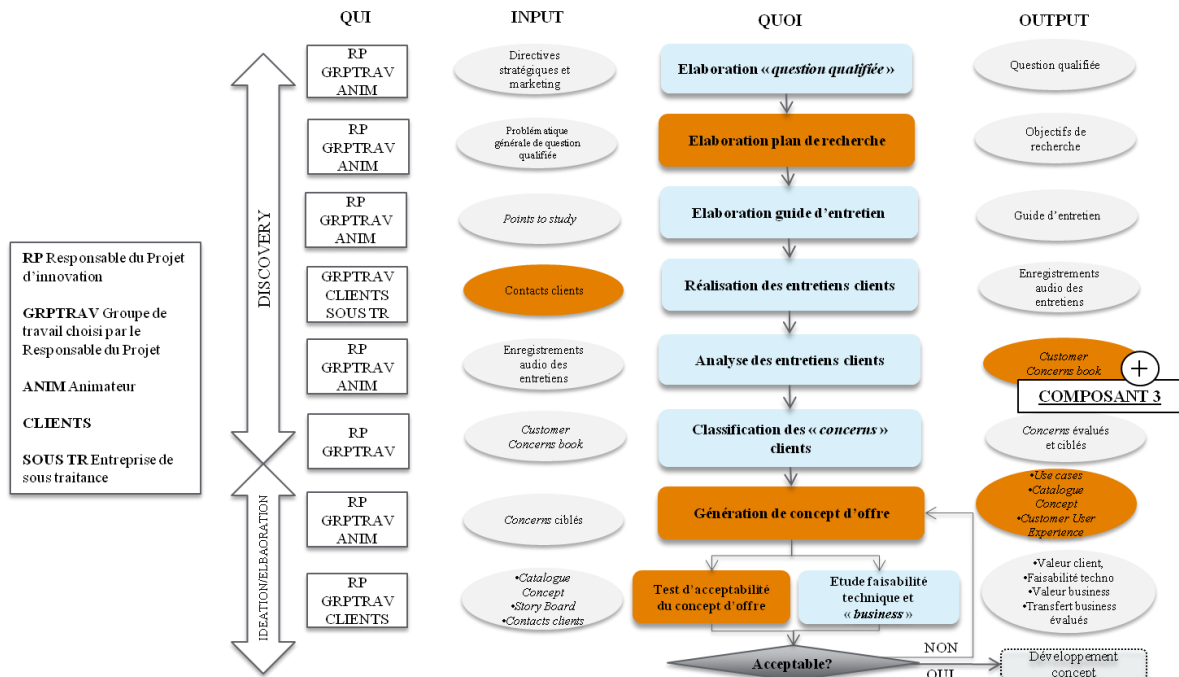


**Figure IV-27 : Représentation du contexte de mise à jour d'un « *Customer Concern book* »**

L'objectif du RP est alors de capitaliser sur la base de connaissances déjà créée. Ainsi, le RP ainsi que son groupe de travail répètent les étapes de la phase « *Discovery* » en tenant compte du « *Customer Concerns book* » n°1. Cette prise en compte implique des changements dans le canevas du plan de recherche proposé pour le composant 5. Ainsi, l'objectif 2 « *comprendre les difficultés rencontrées dans le contexte considéré dans la question qualifiée* » est modifié. Il devient « *vérifier la validité des difficultés déjà identifiées et identifier les nouvelles difficultés pour le contexte considéré dans la question qualifiée* ». Les « *points to study* » contenus dans cet objectif de recherche sont ensuite transformés en questions appartenant à un ou plusieurs thèmes de discussion dans le guide d'entretien. Les informations collectées au travers des entretiens clients sont ensuite analysées par le groupe de travail et le responsable de projet. Le groupe de travail représente une force pour l'interprétation objective des discours et faits observés en entretiens clients. Les mises à jour du « *Customer Concerns book* » sont menées sur la base de la richesse des connaissances et des expériences de chaque participant. En cas de désaccord, l'animateur met en place des actions afin d'assurer une forme de convergence et ainsi permettre la prise décision relative à la mise à jour des « *Customer Concerns* ».

- **Présentation du composant 3 : Modèle de description des Personas (P)**

La **Figure IV-28**Figure IV-25 met en évidence le positionnement du composant 3 dans le processus RACCP.



**Figure IV-28 : Le composant 3 dans le processus RACCP**

Le composant 3 est la solution technique à la sous-fonction manquante (manque 4) : « *FP 2.2.1 : Identifier et décrire les caractéristiques spécifiques à chaque acteur impacté par la convergence IT OT.* »

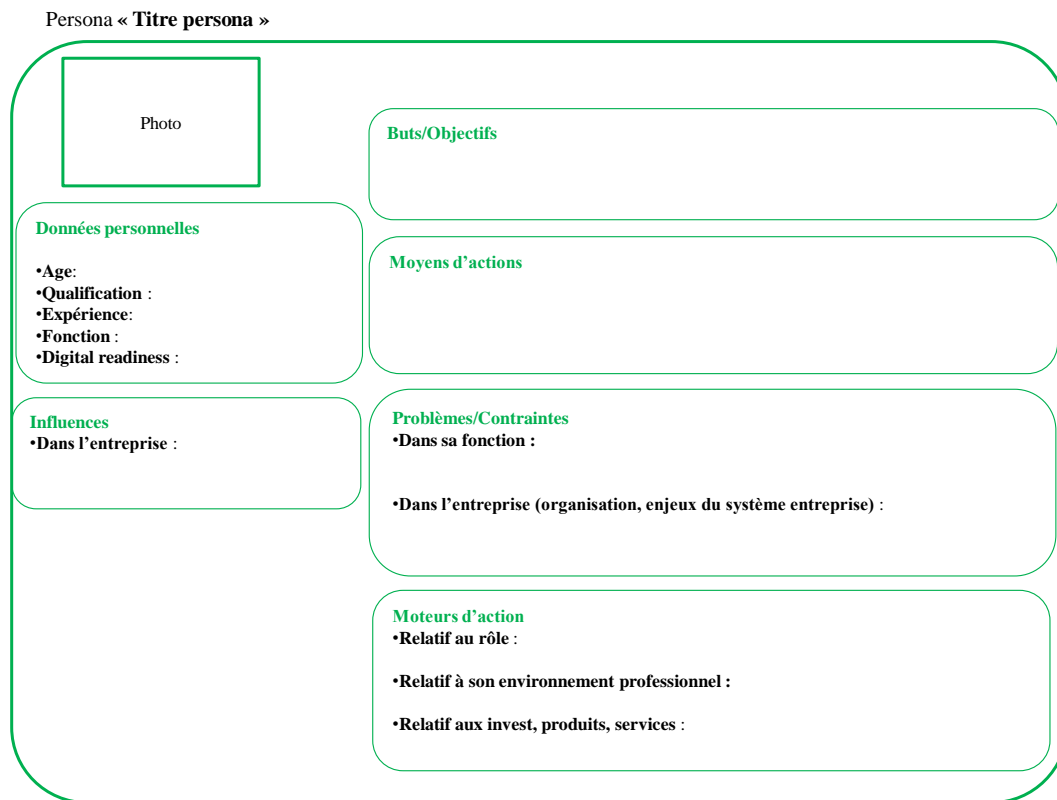
Pour répondre au manque identifié, il est nécessaire d'identifier des variables permettant de caractériser les acteurs d'une entreprise. Il sera alors possible d'identifier les liens entre ces acteurs et le concept d'offre (FP 2.3.2 et FP 2.3.3). De plus, la phase de génération du concept pourra tenir compte de leurs caractéristiques (exemple : objectifs, compétences) pour inhiber tout rejet (FP 2.3.1). Pour valider l'acceptation d'un nouveau produit ou service, le concept est présenté aux différents acteurs concernés. Le discours doit tenir compte de l'ensemble des personas concernés par un concept d'offre pour vérifier la correspondance entre leurs attentes spécifiques et la proposition d'offre (FP 2.4.1).

Comme évoqué dans la partie III, la littérature propose des éléments descriptifs pour caractériser un persona (Cooper, 1999). Il peut par exemple être défini par son nom, sa photo, ses compétences ou ses buts. Ce travail de thèse suggère des variables descriptives pour élaborer un modèle de persona (voir **Tableau IV-4**).

**Tableau IV-4: Description des variables descriptives d'un persona**

<b>Variables</b>	<b>Descriptions</b>	<b>Justifications</b>
<i>Titre</i>	Il s'agit du nom générique de l'acteur.	Le titre permet de se référer à une fonction spécifique au sein d'une entreprise considérée.
<i>Données personnelles</i>	Ces données concernent : l'âge, les qualifications (diplômes et études), expérience (fonctions précédentes exercées par le persona), fonction actuelle, ouverture d'esprit face aux technologies digitales (il s'agit de lister les réactions sur le thème des technologies digitales)	Cette variable permet d'anticiper les rejets d'un concept qui requiert des compétences dont ne dispose pas le persona.
<i>Influences</i>	Thèmes sur lesquels le persona dispose d'un poids de décision au sein de l'entreprise.	La méthode MACTOR (Godet, 2007) met bien en relief que chaque acteur exerce un pouvoir d'influence plus ou moins important sur d'autres acteurs. Ces influences réciproques déterminent l'évolution d'un système (exemple : une entreprise). Cette catégorie de données est nécessaire pour interroger les acteurs disposant d'une influence sur des thèmes spécifiques identifiés. Les exigences des personas en question et relatives à ces thèmes deviennent alors des priorités dans l'élaboration du concept.
<i>Buts/Objectifs</i>	Les objectifs que l'acteur veut atteindre afin de remplir son rôle professionnel.	Il est possible de se référer à cette catégorie d'information lors de l'élaboration d'un concept. L'objet est de comprendre si l'offre permet d'atteindre les buts du persona en question.
<i>Moyens d'actions</i>	Il s'agit des actions ou ressources dont dispose le persona pour atteindre ses buts.	Le concept d'offre peut modifier, se substituer ou enrichir les moyens actuels du persona. En fonction de cet impact, le concepteur peut anticiper les possibles rejets d'une proposition d'offre.
<i>Contraintes</i>	Il s'agit de lister toutes les variables figées au sein de l'entreprise et sur lesquelles le persona n'a aucune influence.	Les contraintes font partie de l'environnement d'un persona. Elles doivent être prises en compte pour élaborer un nouveau produit ou service qui sera intégré dans cet environnement.
<i>Moteurs d'actions</i>	Ce sont tous les indicateurs que les personas veulent optimiser afin d'atteindre leurs objectifs. Ces indicateurs peuvent être relatifs à leur rôle ou leur environnement professionnel.	Il est possible d'anticiper les ressentis d'un persona vis-à-vis d'un concept en considérant ses moteurs d'actions.

Le modèle de description des personas est présenté sur la **Figure IV-29**.



**Figure IV-29: Modèle de description d'un persona (P)**

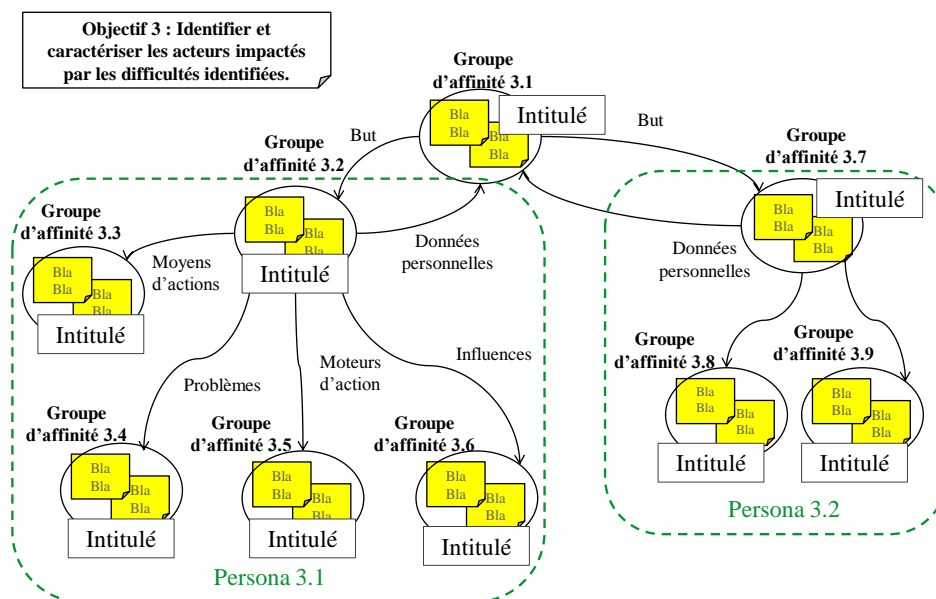
- **Méthode d'instanciation du composant 3 : Modèle de description des Personas (P)**

La méthode d'instanciation du composant 3 s'inspire de la méthode utilisée dans le cas d'étude pour décrire les profils personas. Elle consiste à :

- ✓ **Etape 1 :** Associer les verbatims clients aux objectifs de recherche.
- ✓ **Etape 2 :** S'intéresser aux verbatims associés à l'objectif générique n°3 : Identifier et caractériser les acteurs impactés par les difficultés identifiées.
- ✓ **Etape 3 :** Constituer des groupes d'affinité de verbatims.
- ✓ **Etape 4 :** Intituler les groupes d'affinité (sujet, verbe, complément).
- ✓ **Etape 5 :** Créer des relations entre groupes d'affinité. Ces relations peuvent être de type : Buts/objectifs, moyens d'action, problèmes/contraintes, moteurs d'action, données personnelles et influences.
- ✓ **Etape 6 :** Considérer les relations entre groupes d'affinité pour instancier le modèle de description des personas

Le résultat de cette précédente méthode est illustré par la **Figure IV-30**.





**Figure IV-30 : Méthode de mise en relations des groupes d'affinité pour instancier le modèle de description des personas**

Le but est un objet de mise en action d'un acteur. Il transforme une entité humaine passive en acteur, c'est-à-dire en entité humaine qui agit. Le but est donc un attribut clé d'un individu qui détermine son comportement et ses critères de décision.

Allison et Zelikowv (2000) expliquent qu'une action est un comportement qui reflète un but ou une intention. Ferber (1995) corrobore cet aspect et propose de définir le terme « agent ». Un agent est une entité physique ou virtuelle. Cet ensemble englobe donc la classe d'acteurs. Or, un agent est mû par un ensemble d'objectifs individuels représentés sous la forme d'une fonction de satisfaction voire de survie qu'il cherche à optimiser.

La définition précédente permet de créer un point de délimitation entre deux personas. Un persona est donc mu par les mêmes buts et objectifs. La méthode illustrée sur la **Figure IV-30** propose ensuite d'associer des informations catégorisées et génériques aux buts pour renseigner les profils personas. Le niveau de généralité des données d'un profil est déterminé par le niveau de généralité des informations contenues dans les verbatims du groupe d'affinité considéré. Intituler les groupes d'affinité (sujet, verbe, complément) vise à synthétiser en une phrase ces informations. Ce résultat est le fruit de discussions collectives au sein du groupe de travail.

La doctorante note qu'un acteur interrogé peut parler de lui ainsi que d'autres acteurs avec qui il interagit ou non. Ainsi, il n'est pas rare que les verbatims d'un entretien permettent d'enrichir plusieurs groupes d'affinité associés à différents personas. Par ailleurs, une personne rencontrée peut englober plusieurs personas. En effet, un acteur peut avoir plusieurs buts délimitant plusieurs profils au sein d'une même entreprise.

- **Méthode de mise à jour du composant 3 instancié : Modèle de description des Personas (P)**

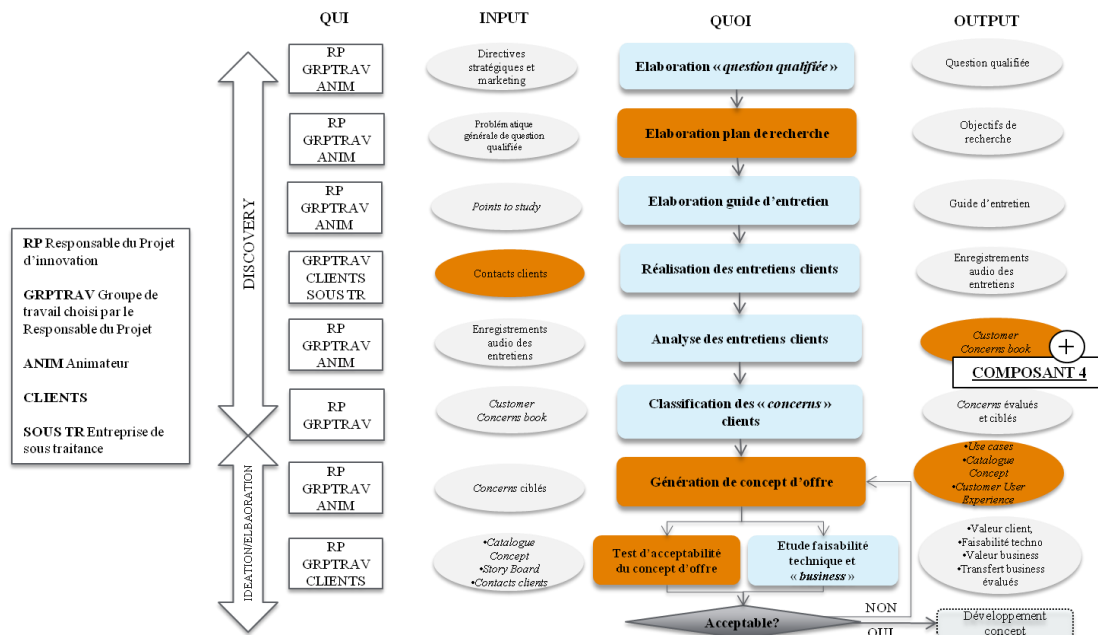
Dans cette section, la doctorante s'intéresse à la pérennité des profils personas générés à  $t_0$  à partir de la question qualifiée n°1 via le déploiement de la phase «*Discovery*». L'exemple développé précédemment pour la mise à jour du composant 2 («*Customer Concerns book*») montre que les évolutions technologiques influent sur les caractéristiques des individus en entreprise. La familiarisation avec les nouvelles technologies numériques justifie une évolution des moyens d'action d'un profil persona. En effet, être capable d'utiliser une nouvelle technologie numérique constitue une compétence potentiellement utile pour l'atteinte des buts d'un persona. Le même raisonnement peut être mené pour les autres catégories d'informations contenues dans un profil : données personnelles, influences, problèmes/contraintes et moteurs d'action. Toute évolution relative à la catégorie «*buts/objectifs*» implique une évolution dans le nombre de personas identifiés comme liés à la problématique de la question qualifiée.

A  $t_{+1} > t_0$ , un RP décide de démarrer un projet en considérant le même périmètre d'innovation c'est-à-dire la question qualifiée n°1. Les interrogations suivantes peuvent alors être soulevées : Quels profils personas sont toujours valides ? Quels profils ont évolué ? Quels personas peuvent être supprimés ou ajoutés ?

La méthode de mise à jour des profils personas est identique à celle de la mise à jour des «*Customer Concerns*». Ainsi, l'objectif du RP est de capitaliser sur la base de connaissances déjà créée. De la même manière, les étapes de la phase «*Discovery*» sont répétées en tenant compte des profils personas déjà identifiés. Cette prise en compte implique des changements dans le canevas du plan de recherche proposé pour le composant 5. Ainsi, l'objectif 3 «*Identifier et caractériser les acteurs impactés par les difficultés identifiées*» est modifié. Il devient «*vérifier la validité des profils personas listés et identifier les nouveaux personas pour le contexte considéré dans la question qualifiée*». Les «*points to study*» contenus dans cet objectif de recherche sont ensuite transformés en questions appartenant à un ou plusieurs thèmes de discussion dans le guide d'entretien. Les informations collectées au travers des entretiens clients sont ensuite analysées par le groupe de travail et le responsable de projet.

• **Présentation du composant 4 : Modèle de description des relations entre acteurs**

La **Figure IV-31** met en évidence le positionnement du composant 4 dans le processus RACCP.



**Figure IV-31 : Le composant 4 dans le processus RACCP**

Le composant 4 est la solution technique à la sous-fonction manquante (manque 4) : « *FP 2.2.2 : Identifier et décrire les relations entre acteurs impactés par la convergence IT OT.* ». La définition de la convergence IT OT met en évidence l'émergence de deux types de connexion : technique et humaine. La connexion humaine implique des relations entre les acteurs impliqués par la connexion entre les systèmes OT et IT. Il s'agit alors de représenter les relations entre ces personnes clés.

Plusieurs types de relations existent. Le modèle « *Stakeholder Value Network* » (Eppinger et Browning, 2012) propose de représenter les relations directes et indirectes entre acteurs. Chaque acteur (appelé « *partie prenante* » ou « *stakeholder* ») est caractérisé par :

- ✓ Des ressources reçues par d'autres acteurs.
- ✓ Des ressources produites.

L'analyse de documents ou les interviews auprès des parties prenantes permettent d'identifier ces flux de ressources et donc les relations entre acteurs. Eppinger et Browning (2012), dans leur ouvrage, donnent un exemple de « *Stakeholder Value Network* » avec 4 types de flux : politique, d'information, de produits/services et financier.

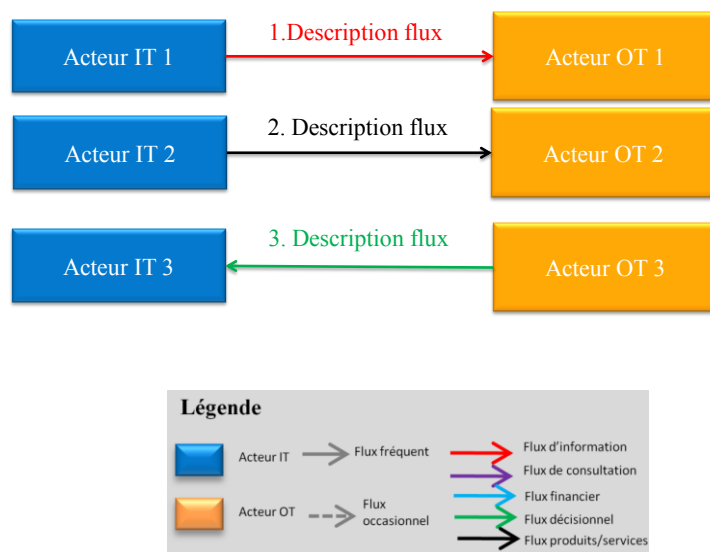
Ce travail de thèse propose des catégories de relations à positionner entre les personas d'une entreprise cliente de solutions OT (voir **Tableau IV-5**).

**Tableau IV-5 : Type de relations entre acteurs pour le composant 4**

Type de relations	Définition
Information	Les relations de type informationnel sont les flux qui mettent à disposition des informations nécessaires à l'exécution des activités d'un acteur.
Consultation	Les relations de consultation sont les flux qui mettent à disposition des conseils pour faciliter l'exécution des activités d'un acteur.

Financier	Les flux financiers sont les flux de « <i>cash flow</i> » générés par un acteur et source de résultats pour un autre acteur (Dejax, 2001).
Décisionnel	Les relations de type décisionnel correspondent à des prises de décisions qui peuvent être de trois natures : décisions à caractère stratégique, tactiques et opérationnelles (Dejax, 2001). La décision est prise par un acteur et appliquée ou subie par un autre acteur.
Produits/services	Les flux produits/services sont les flux qui mettent à disposition des ressources matérielles (produits finis, machines, outillages, moyens de transport et de manutention, surfaces de stockage) et des ressources humaines pour l'exécution d'un service (Dejax, 2001).

Le modèle de description des relations entre acteurs est présenté sur la **Figure IV-32**. Les acteurs IT et OT sont les personas liés à la problématique de convergence IT OT. Ils ont été identifiés et/ou caractérisés grâce au composant 3 décrit précédemment.



**Figure IV-32: Modèle de description des relations entre acteurs**

Le sens des flèches renseigne le sens du flux. Dans le cas de la **Figure IV-32** ci-dessus, l'acteur IT<sup>23</sup> 1 met à disposition des informations nécessaires à l'exécution des activités de l'acteur OT<sup>24</sup> 1. Par exemple, le responsable production fait part des spécifications fonctionnelles relatives à la nouvelle installation que doit choisir le persona « méthodes conception ».

<sup>23</sup> Acteur IT : Personne nécessaire pour faire fonctionner et utiliser les systèmes IT (voir liste des définitions).

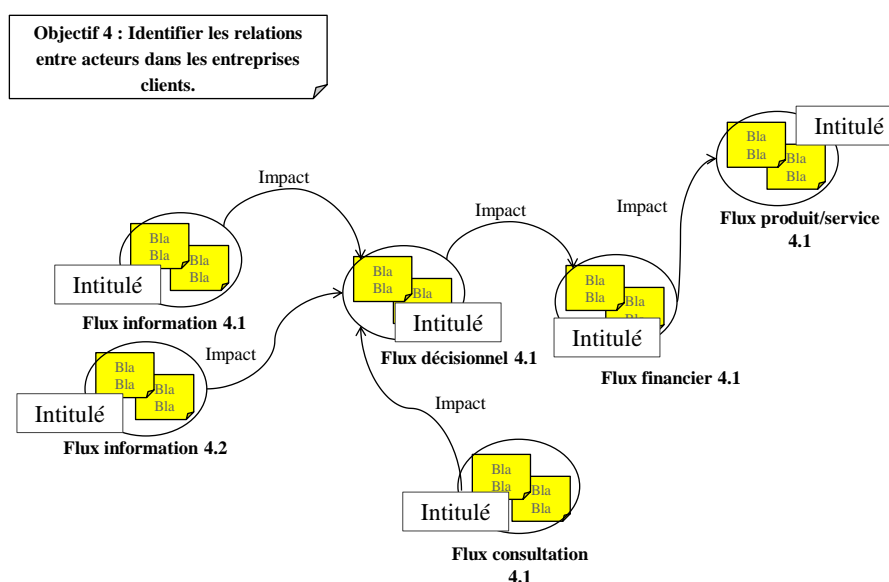
<sup>24</sup> Acteur OT : Personne nécessaire pour faire fonctionner et utiliser les systèmes OT (voir liste des définitions).

- **Méthode d’instanciation du composant 4 : Modèle de description des relations entre acteurs**

La méthode d’instanciation du composant 4 s’inspire de la méthode utilisée dans le cas d’étude pour décrire les profils personas. Elle consiste à :

- ✓ **Étape 1** : Associer les verbatims clients aux objectifs de recherche.
- ✓ **Étape 2** : S’intéresser aux verbatims associés à l’objectif générique n°4 : Identifier les relations entre acteurs dans les entreprises clientes
- ✓ **Étape 3** : Constituer des groupes d’affinité de verbatims. Cette étape diffère par rapport aux méthodes d’instanciation des composants 1 et 2. Dans ce cas, chaque groupe d’affinité est constitué en fonction de sa capacité à attester de l’existence d’un type de flux (information, consultation, financier, décisionnel, produits/services). La **Figure IV-33** illustre le résultat de cette étape. Ainsi, les groupes d’affinité ne sont pas identifiés comme « groupe d’affinité 4.1 » mais comme « flux d’information 4.1 » ou « flux décisionnel 4.1 ».
- ✓ **Étape 4** : Intituler les groupes d’affinité (sujet, verbe, complément). Cet intitulé est utile pour instancier la classe d’information « description flux » représenté sur la **Figure IV-33**.
- ✓ **Étape 5** : Créer des relations entre groupes d’affinité. Ces relations peuvent être de type : cause/impact. Ce type de relations permet d’associer un ordre séquentiel aux relations. Cet ordre est matérialisé par un numéro devant la description de flux (voir **Figure IV-33**).
- ✓ **Étape 6** : Considérer les relations entre groupes d’affinité pour instancier le modèle de description des relations entre personas. Lors de l’instanciation, vérifier si le graphe de relations diffère selon les phases du cycle de vie OT (conception et installation, exploitation et modification) et/ou selon le segment de marché. Dans ce cas, faire des graphes distincts.

Le résultat de cette précédente méthode est illustré par la **Figure IV-33**.



**Figure IV-33 : Méthode de mise en relations des groupes d’affinité pour instancier le modèle de description des relations entre acteurs**

Le composant 4 instancié aboutit à un livrable appelé graphes de relations entre acteurs.

- **Méthode de mise à jour du composant 4 instancié : Modèle de description des relations entre acteurs**

Dans cette section, la doctorante s'intéresse à la pérennité des graphes de relations entre acteurs générés à  $t_0$  à partir de la question qualifiée n°1 via le déploiement de la phase «*Discovery*». Le contexte de convergence IT/OT constitue une illustration d'une évolution temporelle des relations entre acteurs. En effet, la convergence IT/OT a été définie comme une double connexion : technique et humaine. La convergence humaine implique une communication voire une collaboration entre les personnes considérées comme ressources pour concevoir, mettre en service et connecter les deux systèmes technologiques IT et OT. Avant le phénomène de convergence IT/OT, les deux types d'acteurs associés aux systèmes OT et IT n'étaient pas en relation et ne communiquaient pas. Cet exemple permet de justifier l'intérêt porté à la pérennité des graphes.

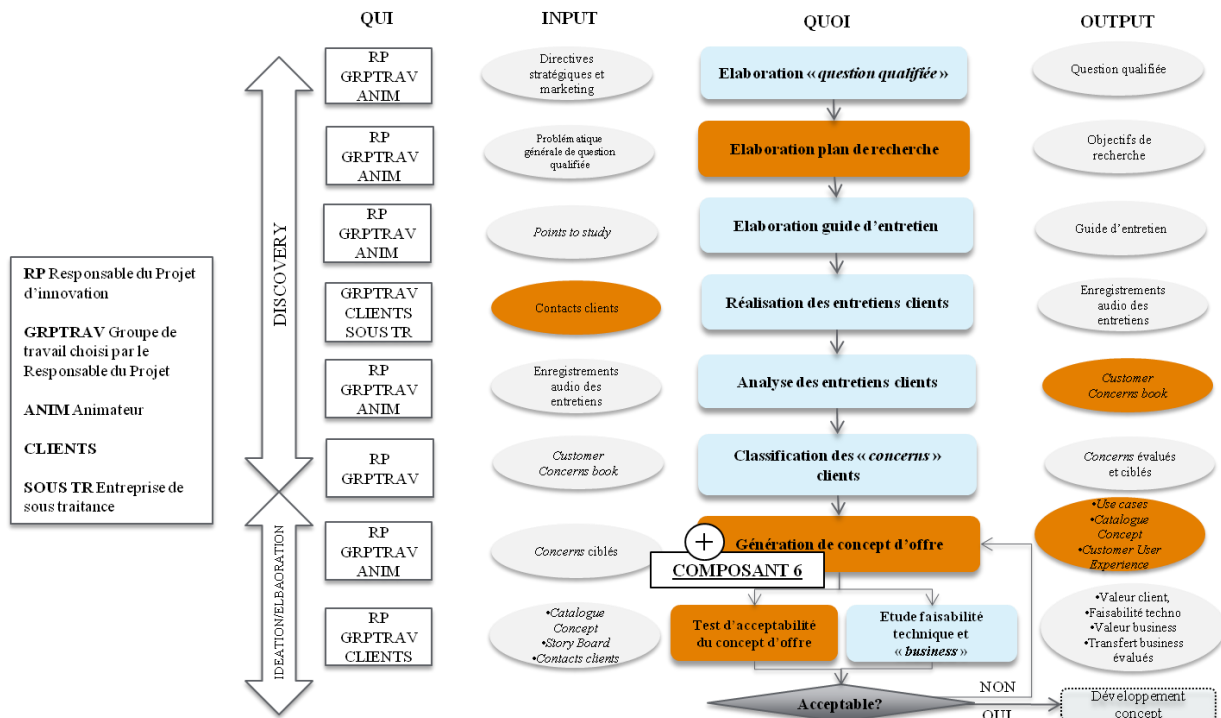
A  $t_{+1} > t_0$ , un RP décide de démarrer un projet en considérant le même périmètre d'innovation c'est-à-dire la question qualifiée n°1. Les interrogations suivantes peuvent alors être soulevées : Quels graphes sont toujours valides ? Quels graphes ont évolué ? Quelles relations peuvent être supprimés ou ajoutés ?

La méthode de mise à jour des graphes de relations entre acteurs est identique à celle de la mise à jour des « *Customer Concerns* ». Ainsi, l'objectif du RP est de capitaliser sur la base de connaissances déjà créée. De la même manière, les étapes de la phase « *Discovery* » sont répétées en tenant compte des profils personas déjà identifiés. Cette prise en compte implique des changements dans le canevas du plan de recherche proposé pour le composant 5. Ainsi, l'objectif 4 « *identifier les relations entre acteurs dans les entreprises clientes* » est modifié. Il devient « *vérifier la validité des graphes de relations entre acteurs et identifier les nouvelles relations pour le contexte considéré dans la question qualifiée* ». Les « *points to study* » contenus dans cet objectif de recherche sont ensuite transformés en questions appartenant à un ou plusieurs thèmes de discussion dans le guide d'entretien. Les informations collectées au travers des entretiens clients sont ensuite analysées par le groupe de travail et le responsable de projet.

## 10.2.4 Activité « Génération de concept d'offre »

- **Présentation du composant 6 : Recommandations pour les séances de créativité**

La **Figure IV-34** met en évidence le positionnement du composant 6 dans le processus RACCP.



**Figure IV-34 : Le composant 6 dans le processus RACCP**

Le composant 6 est la solution technique à la sous-fonction manquante (manque 3) : « *FP 2.3.1 : Réduire les incertitudes relatives au rejet d'un concept d'offre par les acteurs impactés par la convergence lors de la phase d'idéation* ». Ce manque est relatif à la phase d'idéation des étapes amont du processus de conception précédemment décrit. Quelque soit la méthode de créativité choisie (ex : brainstorming, purge), cette phase consiste à rappeler les « *Customer Concerns* » ciblés en les affichant aux murs. De plus, des photos représentant le contexte de travail des clients sont également associées aux « *concerns* ».

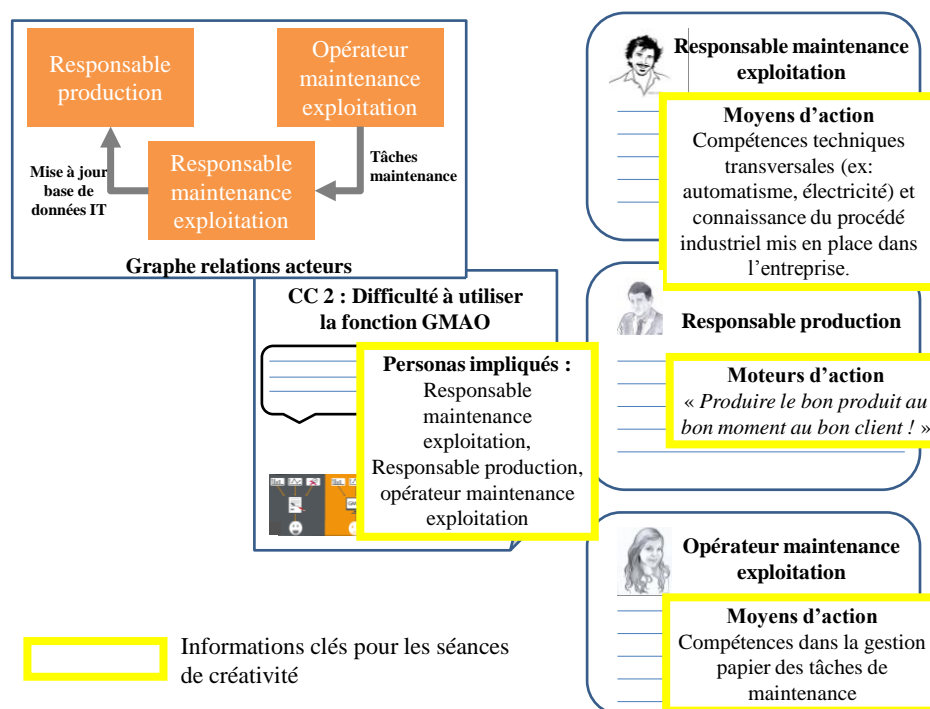
Ce travail de thèse propose une liste de consignes pour compléter la méthode de créativité choisie par le RP pour la phase d'idéation. L'objectif de ces consignes est de générer des concepts qui correspondent aux :

- ✓ Environnements de travail des acteurs.
- ✓ Difficultés identifiées et ciblées.
- ✓ Relations entre personas impactés par les difficultés.
- ✓ Profils personas impactés par les difficultés.

Ces recommandations peuvent être synthétisées comme suit :

- ✓ **Etape 1** : Afficher les « *Customer Concerns* » sur les murs de la salle réservée pour la séance de créativité.
- ✓ **Etape 2** : Afficher des photos du contexte de travail des clients.
- ✓ **Etape 3** : Afficher les profils personas associés à chaque « *concern* ».
- ✓ **Etape 4** : Afficher le(s) graphe(s) de relations entre acteurs associé au « *concern* » considéré.

- ✓ **Étape 5 :** Mettre en évidence les informations présentées sur le(s) graphe(s) de relations entre acteurs et sur les profils personas qui permettent d’orienter la séance de créativité. Les graphes ainsi que les profils personas présentent une grande quantité d’informations. Ces dernières n’ont pas toutes le même niveau d’importance. Pour faciliter la lecture de ces supports par les différents membres du groupe de travail, le RP fera ressortir les informations clés avant de débiter la séance de créativité. Cette mise en exergue est illustrée par la **Figure IV-35**. Le résultat de cette étape est ensuite partagé avec l’animateur. L’objectif de ce dernier est de s’imprégner de ces différentes informations afin d’être capable d’introduire des critères de maturation des idées générées. La doctorante choisit d’illustrer la valeur des graphes et des profils au travers des méthodes de recherche d’idées introduisant une dynamique de divergence et de convergence. L’étape de divergence consiste à produire le plus grand nombre d’idées sans filtre. Le travail de convergence permet de forcer la maturation des idées générées pour les transformer en solutions d’innovation. Lors de ce dernier travail, il est possible d’énoncer des critères tirés des graphes et profils personas. Ces derniers permettent de faire mûrir les idées (les faire évoluer, les dégrader) de façon à ce qu’elles respectent progressivement tous les critères.



**Figure IV-35 :** Mise en exergue des informations clés relatives aux modèles associés au « *Customer Concern n°2* ».

A partir des informations clés de la **Figure IV-35**, il est possible de tirer des critères permettant de supporter la phase de maturation des idées. Ces critères pourraient être :

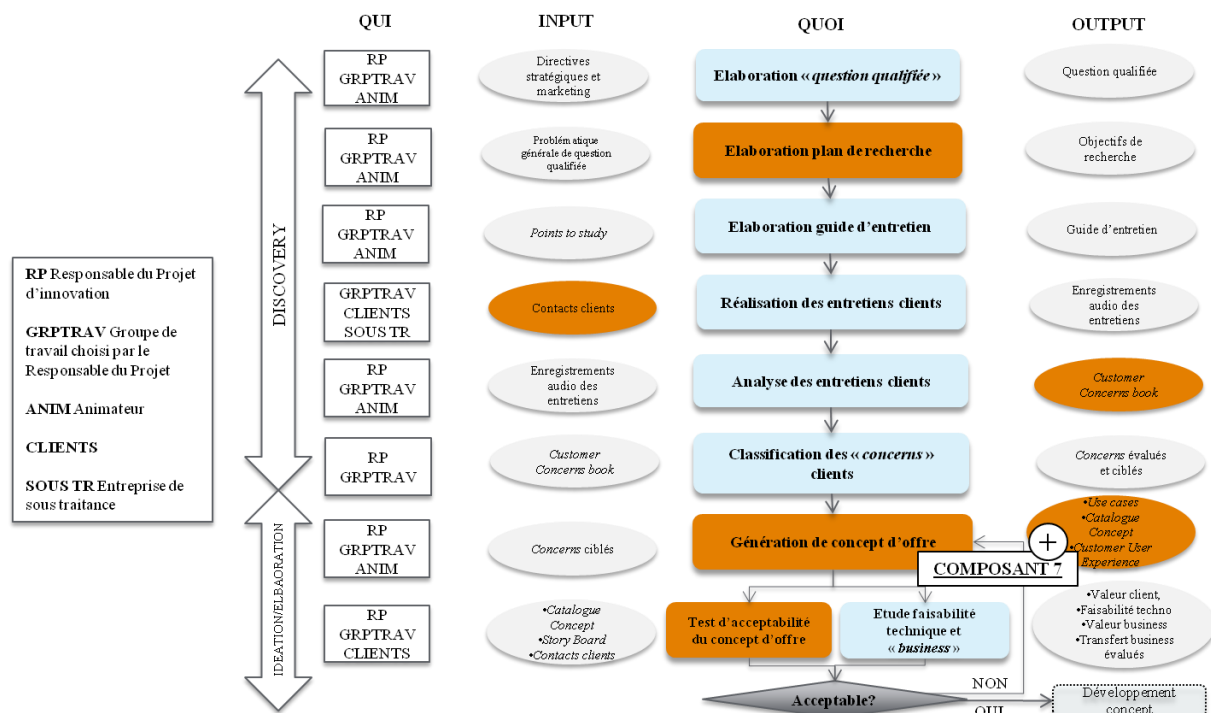
- ✓ L’idée issue de la phase de divergence ne doit pas perturber la mise à jour des bases de données IT réalisée par le responsable de maintenance exploitation.
- ✓ L’idée issue de la phase de divergence ne doit pas nécessiter l’usage d’un outil informatique pour réaliser les tâches de maintenance.
- ✓ L’idée issue de la phase de divergence ne doit pas dégrader le taux de productivité des machines et installations de la zone de production.



L'animateur peut alors poser des questions au groupe de travail pour faire évoluer les idées générées lors de la phase de divergence. Pour illustration, la doctorante considère l'idée suivante : « mettre une fonction de remontée automatique des données de maintenance vers le logiciel GMAO ». L'étape de maturation consiste à considérer ces critères en tant que contraintes. L'idée pourrait alors devenir : « mettre une fonction de remontée automatique des données de maintenance vers le logiciel GMAO. Les données remontées doivent respecter la même ontologie et structure que les données gérées par le responsable de maintenance. La fonction ne doit pas perturber le fonctionnement des machines de production ».

- **Présentation du composant 7 : Recommandations pour décrire les OIC**

La **Figure IV-36** met en évidence le positionnement du composant 7 dans le processus RACCP.



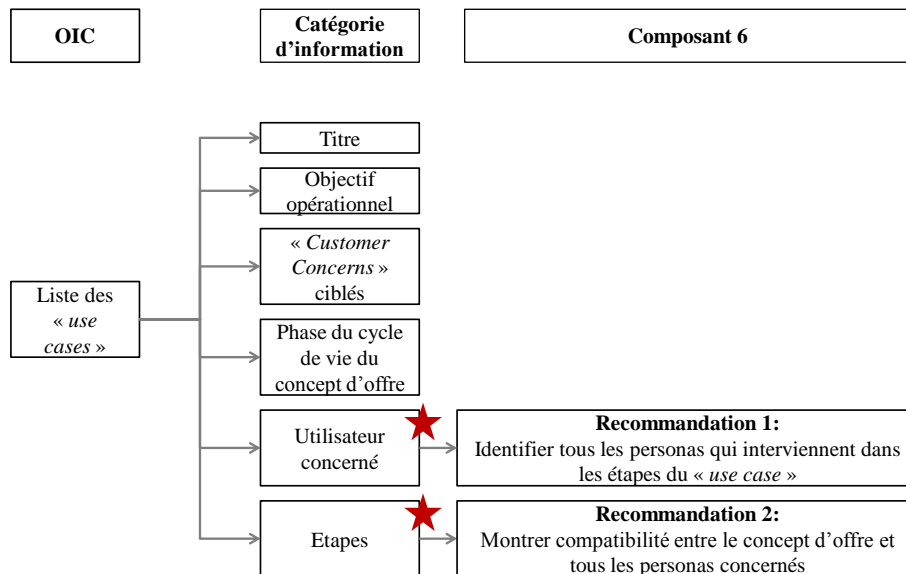
**Figure IV-36 : Le composant 7 dans le processus RACCP**

Le composant 7 est la solution technique à la sous-fonction manquante (manque 6) : « FP 2.3.2 : Intégrer l'ensemble des acteurs en jeu pour la description des OIC ». Ce manque est relatif à l'étape « Génération du concept d'offre » de la phase amont du processus de conception précédemment décrit. Ce travail de thèse propose une adaptation des catégories d'informations figurant sur les différents OIC (Scénarios d'usage, « Customer User Experience », « Catalogue Concept »). Ces catégories d'information ont été explicitées dans la section 9.2 de la partie IV. Pour rappel, ces OIC permettent de présenter le concept d'offre auprès des différentes parties prenantes en interne au fournisseur d'automatisme et à l'extérieur (clients) et de supporter les choix en conception.

L'objectif des recommandations du composant 7 est de :

- ✓ Faciliter l'expression des freins et motivations des différents personas en lien avec la solution lors de sa présentation.
- ✓ Faciliter l'anticipation de la non-adéquation entre des fonctions du concept et les comportements ou relations entre acteurs en phase amont de conception.

Les recommandations par rapport aux « *use cases* », à la « *Customer User Experience* » et au « *Catalogue Concept* » sont respectivement explicitées sur la **Figure IV-37** et la **Figure IV-38**.



★ Adaptations des catégories d'information proposé par le composant 6

**Figure IV-37: Recommandations par rapport aux « use cases »**

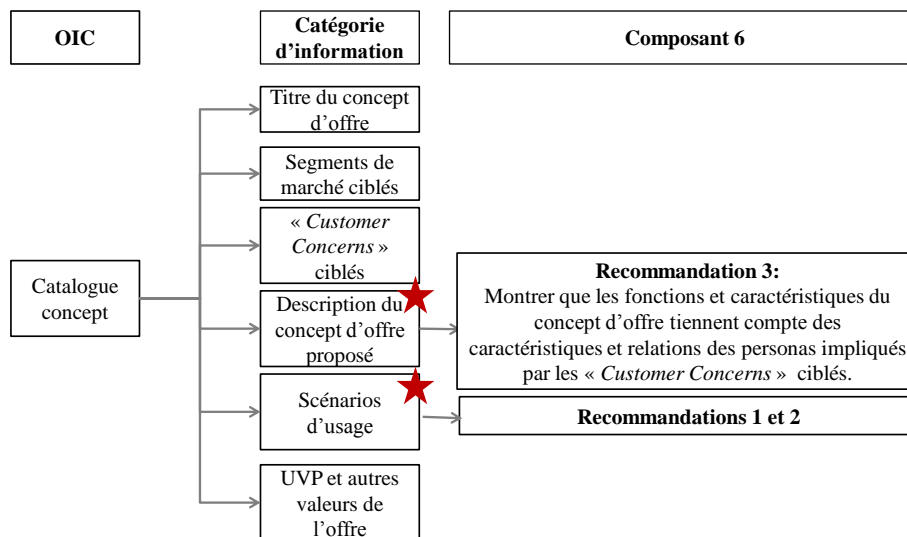
✓ **La recommandation 1** : Identifier tous les personas concernés par le « *use case* ».

La recommandation propose d'identifier tous les personas qui interviennent dans les étapes du scénario d'usage considéré. Il s'agit de lister les personas qui interagissent avec l'offre dans le but d'atteindre l'objectif opérationnel décrit.

✓ **La recommandation 2** : Montrer la compatibilité entre les personas concernés et le concept mis en œuvre dans le scénario.

Cette recommandation impacte les étapes d'un « *use case* ». Ces dernières doivent montrer comment le concept d'offre est compatible avec les profils et les relations des différents personas précédemment identifiés (ex : pratiques, environnement, contraintes, moyens d'actions, expérience professionnelle). Les étapes d'un scénario d'usage ainsi décrites permettent de présenter le concept en projetant des usages qui prennent en compte les caractéristiques, comportements et relations entre les différents acteurs. Ils permettent donc d'affiner les scénarios ainsi que le concept tout en appréhendant les risques de rejet d'une solution.

Les deux mêmes recommandations s'appliquent à la « *Customer User Experience* ».



★ Adaptation des catégories d'information par le composant 6

**Figure IV-38 : Recommandations par rapport au « Catalogue Concept »**

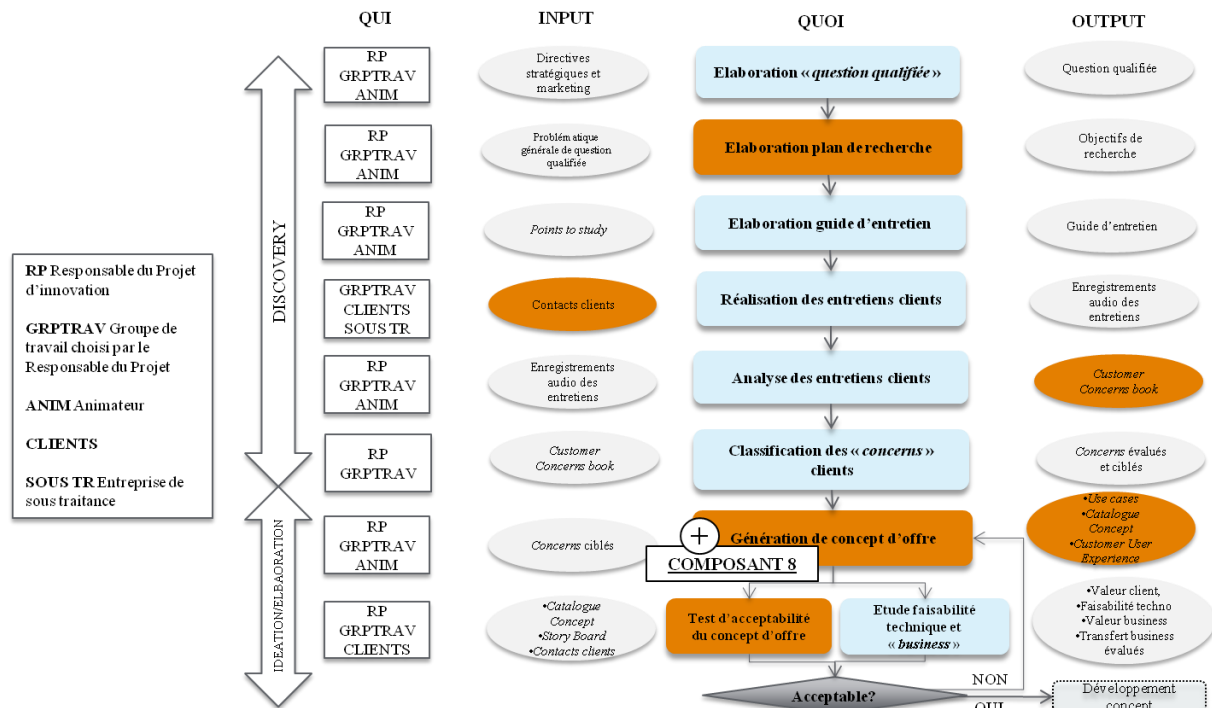
✓ **La recommandation 3** : Prouver l'adéquation entre les personas et le concept d'offre généré.

Il s'agit de considérer les critères listés pour l'étape de maturation des idées lors d'une séance de travail préliminaire à la phase de créativité. Cette liste de critères peut être étendue si le Responsable du Projet d'innovation (RP) identifie de nouveaux éléments a posteriori. Ce travail de thèse recommande alors d'associer les fonctions et caractéristiques du concept d'offre à ces critères. La description du concept d'offre consiste alors à prouver que les caractéristiques du concept répondent à ces critères.

Les recommandations 1 et 2 relatives aux « use case » sont également valables pour le « Catalogue Concept ».

• **Présentation du composant 8 : Outil pour identifier les acteurs concernés par un concept**

La **Figure IV-39** met en évidence le positionnement du composant 8 dans le processus RACCP.



**Figure IV-39 : Le composant 8 dans le processus RACCP**

Le composant 8 est la solution technique à la sous-fonction manquante (manque 5) : « FP 2.3.3 : Identifier les acteurs concernés par un concept d'offre ». Ce manque est relatif à l'étape « Génération du concept d'offre » de la phase amont du processus de conception précédemment décrit.

A l'aide de deux experts en innovation, la doctorante a établi une liste de questions pour déterminer les personas impactés par un concept. Ces questions sont présentées dans le **Tableau IV-6**. Le Responsable du Projet d'innovation (RP) y répond en s'aidant des graphes de relations entre acteurs et des « Customer Concerns ». Cette étape est utile pour le composant 9 qui vise à identifier l'impact du concept d'offre sur les relations et caractéristiques de ces acteurs.

Le Responsable de Projet d'innovation (RP) doit se poser la même liste de questions pour chaque phase du cycle de vie OT.

**Tableau IV-6: Liste de questions pour définir les personas concernés par un concept (par segment de marché et par phase du cycle de vie OT)**

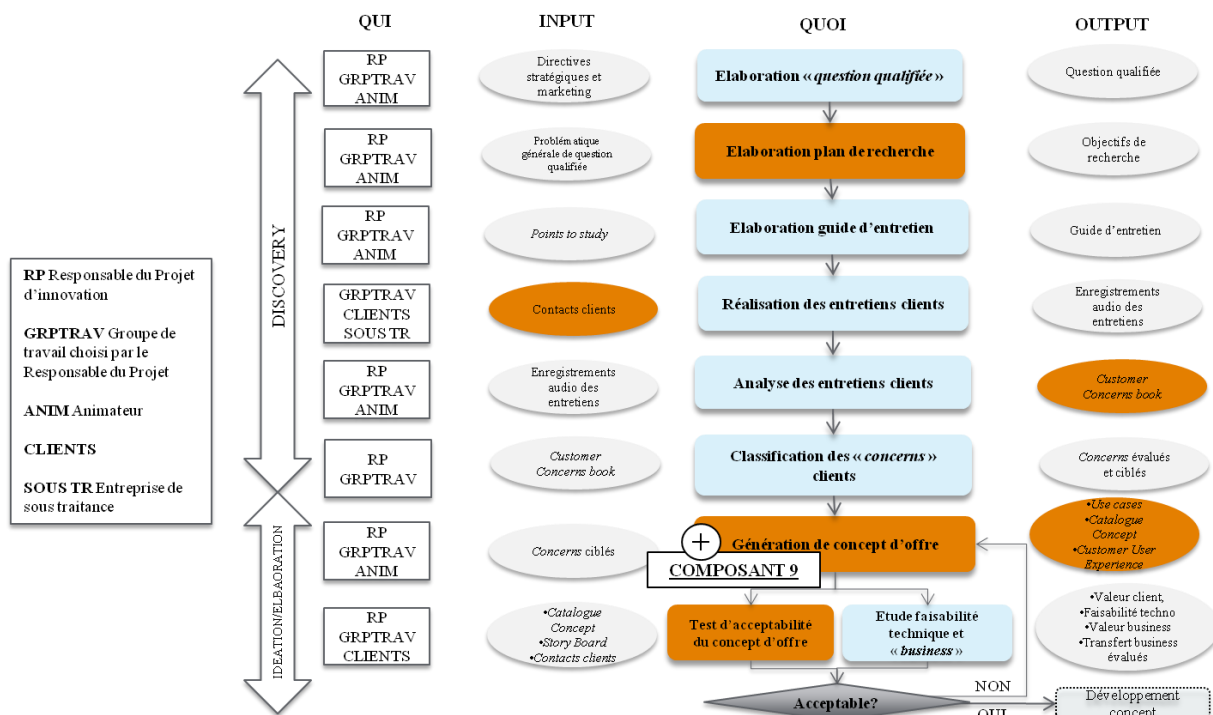
Questions	Signification de la question
Qui ressent le «concern» ?	Ces personas ont été identifiés lors de l'élaboration des «Customer Concerns» grâce à la variable « personas impliqués » Exemple: « Le responsable de production éprouve des difficultés pour réduire les temps d'arrêt machines. »
Qui utilise l'offre ?	Il s'agit de déterminer les personas qui interagissent avec les composants de l'offre. Ainsi, les compétences nécessaires pour exploiter l'offre ne doivent pas être radicalement différentes des compétences des personas identifiés par cette question. Les flux produit/service du graphe de relations entre acteurs peuvent permettre de répondre à cette question. Exemple: «Le responsable automatique fait le câblage électrique des produits dans les armoires d'automates (pour la phase

	de vie OT : « installation » ».
Qui investit ?	La personne qui investit est celle qui accepte d'être à l'origine des flux financiers pour acquérir ou maintenir l'offre. Exemple: «Le responsable des méthodes détient le budget d'investissement pour les solutions de maintenance. ». Les flux financiers du graphe de relations entre acteurs peuvent permettre de répondre à cette question.
Qui réglemente ?	Il s'agit de déterminer les personas définissant les règles qui s'appliquent au concept d'offre. Exemple: « Le responsable informatique définit les règles de cyber sécurité à respecter.» Les flux décisionnels du graphe de relations entre acteurs peuvent permettre de répondre à cette question.
Qui conseille ?	Ces personas sont des prescripteurs dans les entreprises clientes. Ces personas peuvent être identifiés grâce aux flux de consultation des graphes de relations entre acteurs. Exemple: « Le responsable automatisme émet des recommandations pour sélectionner le constructeur de machines dont le catalogue présente des produits avec le meilleur rapport qualité/prix. »

Certaines questions peuvent ne pas s'appliquer au concept d'offre considéré. Dans ce cas, aucun persona n'y est associé.

- **Présentation du composant 9 : Outils pour identifier l'impact du concept**

La **Figure IV-40** met en évidence le positionnement du composant 9 dans le processus RACCP.



**Figure IV-40 : Le composant 9 dans le processus RACCP**

Le composant 9 est la solution technique à la sous-fonction manquante (manque 5) : « FP 2.3.4 : Caractériser l'impact d'un concept sur le système d'acteurs concernés par le concept généré. ». Ce manque est relatif à l'étape « Génération du concept d'offre » de la phase amont du processus de conception précédemment décrit.

L'objectif des outils et méthodes du composant 9 est de caractériser l'impact potentiel du concept élaboré sur les profils personas ainsi que sur leurs relations. Comprendre cet impact permet d'anticiper un refus du concept. Ces outils et méthodes sont détaillés ci-dessous.

✓ **Outil 1 : Caractérisation de l'impact du concept sur les profils des personas concernés par un concept d'offre.**

L'outil 1 associe une question par variable descriptive d'un persona. Ces questions sont supposées caractériser l'impact d'un concept sur les personas identifiés comme concernés par le concept. Le Responsable de Projet d'innovation (RP) ainsi que son groupe de travail doivent répondre à ces questions. Chaque réponse apportée fait gagner ou perdre des points. Cette liste de question est synthétisée dans le **Tableau IV-7**.

**Tableau IV-7 : Liste de questions pour caractériser l'impact d'un concept sur les personas concernés**

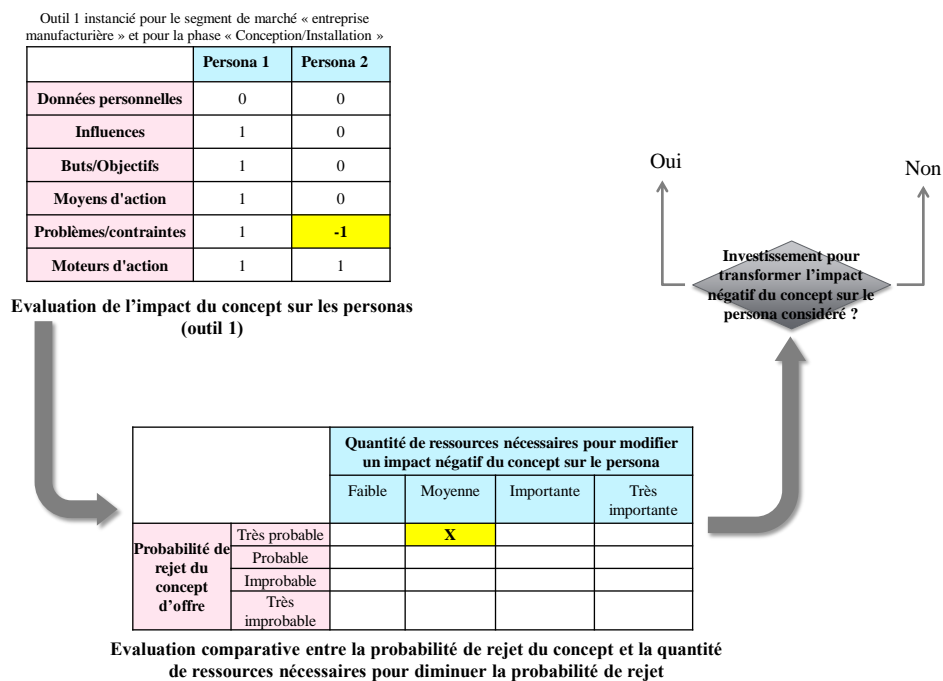
<b>Variables descriptives de persona</b>	<b>Question associée</b>	<b>Réponses possibles et points associés</b>
Données personnelles	Comment sont les exigences de qualification et d'expériences par rapport à celles acquises par le persona considéré ?	Exigences égales ou inférieures : 0 point Exigences supérieures : - 1 point
Influences	Quel est l'impact du concept d'offre sur le poids de décision du persona considéré ?	N'agit pas sur l'influence : 0 point Augmente l'influence : +1 point Diminue l'influence : -1 point
Buts/Objectifs	Quel est l'impact du concept d'offre sur les buts/objectifs du persona considéré ?	N'agit pas sur l'atteinte des buts/objectifs : 0 point Favorise l'atteinte des buts/objectifs : +1 point Défavorise l'atteinte des buts/objectifs : -1 point
Moyens d'action	Quel est l'impact du concept d'offre sur les moyens d'action du persona considéré ?	N'agit pas sur les moyens d'action : 0 point Enrichit les moyens d'action : +1 point Diminue mes moyens d'action : -1 point
Problèmes/Contraintes	Quel est l'impact du concept d'offre sur les problèmes/contraintes du persona considéré ?	N'agit pas sur les problèmes/contraintes : 0 point Diminue les problèmes/contraintes : +1 point Augmente les problèmes/contraintes : -1 point
Moteurs d'action	Quel est l'impact du concept d'offre par rapport aux moteurs d'action du persona considéré ?	N'agit pas sur les moteurs d'action : 0 point Optimise les moteurs d'action : +1 point Dégrade les moteurs d'action : -1 point

La question relative à la variable descriptive « Données personnelles » est soulevée uniquement pour les personas associés à la question du **Tableau IV-7**: « *Qui utilise ?* ».

Cet outil est déployé a posteriori des phases de créativité. Une fois le concept généré, il est plus aisé de déterminer les personas impactés par la solution. Il est alors possible de vérifier que les profils personas ont bien été pris en phase amont de conception.

✓ **Méthode 1 : Amélioration d'une solution en fonction de la caractérisation de l'impact d'un concept sur les profils personas.**

L'outil 1 précédemment décrit constitue un outil d'aide à la décision en phase amont de conception. La doctorante propose la méthode 1 permettant de peaufiner un concept d'offre en utilisant l'outil 1. La **Figure IV-41** permet de schématiser cette méthode.



**Figure IV-41: Méthode d'amélioration d'une solution en fonction de la caractérisation de l'impact d'un concept sur les personas**

L'outil 1 permet de détecter des impacts négatifs potentiels du concept sur un des personas concernés par la solution. Dans ce cas, deux options s'offrent au Responsable du Projet d'innovation. Il peut décider de :

- Peaufiner le concept pour transformer les impacts potentiels négatifs (-1 point) en impacts neutres (0 point) voire positifs (+1 point).
- Accepter les impacts négatifs potentiels.

Pour choisir entre les deux options, ce travail de thèse propose de comparer le risque de refus d'un concept d'offre dans les entreprises clientes et la quantité de ressources nécessaires pour agir sur l'impact. Cette étude comparative est discutée et réalisée par Responsable de Projet d'innovation (RP) et son groupe de travail.

Les ressources nécessaires peuvent être de nature matérielle, humaine ou temporelle. Une évaluation qualitative et quantitative du besoin en ressources est alors effectuée.

Le risque de refus est évalué en fonction :

- Du type de persona concerné par l'impact négatif. Pour illustration, un prescripteur (persona associé à la question « qui conseille ? ») pourrait avoir une forte influence sur l'adoption ou le rejet d'un produit. Une entité éditant des règles à respecter en entreprise (persona associé à la question « qui réglemente ? ») peut avoir un droit de veto sur les achats de produits ou services en entreprise.
- Du type de variable descriptive concerné par l'impact négatif. Par exemple, l'impact négatif se réfère à la variable « données personnelles » du persona associé à la question « qui utilise ? ». Cela signifie que le concept nécessite un niveau de compétences supérieur à ceux de l'utilisateur du futur produit. Ainsi, il y a une forte probabilité que le concept soit rejeté en entreprise.

Un exemple fictif est développé à partir de la **Figure IV-41**. Un impact négatif est identifié par rapport au persona 2 et par rapport à la variable descriptive « problèmes/contraintes ». Le persona 2 est le responsable production. Le concept augmente donc ses problèmes/contraintes. En effet, le concept fonctionne uniquement avec des automates programmables industriels de la marque Schneider Electric. Or, les machines et installations présentes dans son usine sont contrôlées et commandées par des automates de toutes marques. Le concept permet de répondre à son « *concern* » (difficulté pour connecter ses machines aux logiciels IT). Mais, sa mise en service exige l'installation d'un boîtier capable de traduire les protocoles de communication des automates non Schneider Electric. Ce boîtier implique des investissements conséquents. Or, le responsable production a été identifié comme l'investisseur pour le concept d'offre. Le risque de rejet de l'offre est donc évalué comme « très important ».

Par ailleurs, 1 mois de développement informatique à temps plein par un technicien permettent de rendre le concept opérationnel pour toutes les marques automates. La quantité de ressources exigées a ainsi été évaluée comme « moyenne ».

Cette double évaluation est ensuite discutée au sein du groupe de travail avec le RP. Cette discussion doit aboutir au choix de peaufiner ou non le concept.

#### ✓ **Outil 2 : Caractérisation de l'impact du concept sur les relations entre personas.**

Le Responsable du Projet d'innovation (RP) ainsi que son groupe de travail identifient et décrivent l'impact du concept d'offre sur les flux entrants ou sortants relatifs aux personas concernés par le concept. Ces personas ont été identifiés grâce à l'outil 1 précédemment décrit.

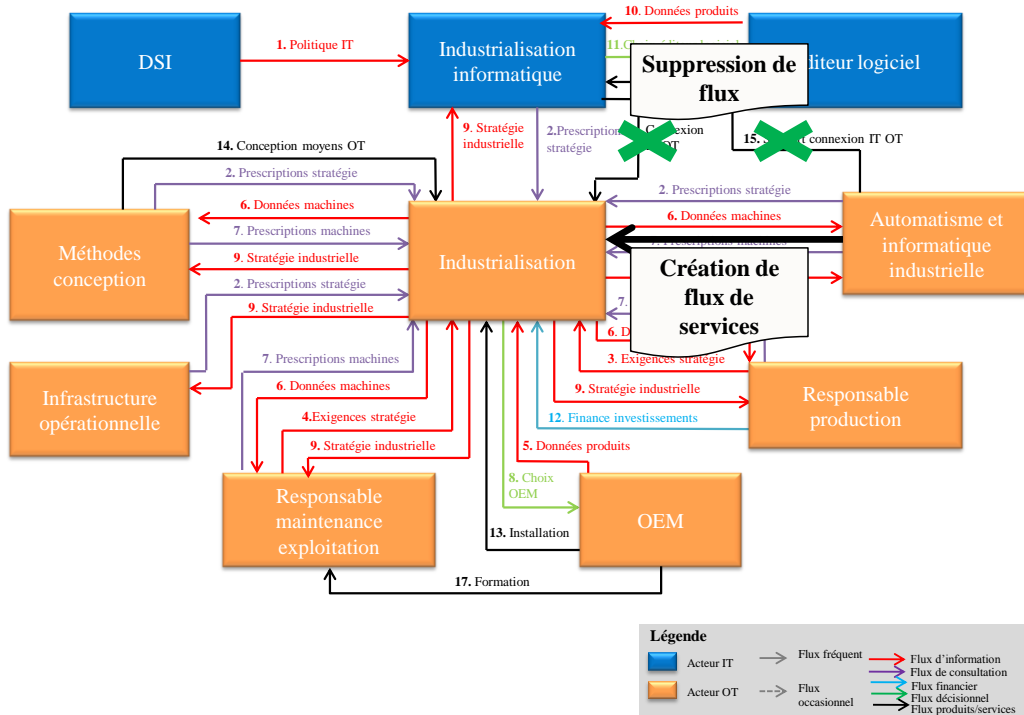
L'impact peut être de trois types. Il peut s'agir de :

- Une suppression de flux.
- Une création de flux (vers des personas impliqués ou non par le concept considéré).
- Une modification du type ou de la fréquence d'occurrence des flux.

Les impacts sont caractérisés pour chacun des segments de marché ciblés par la « *question qualifiée* » et pour chaque phase du cycle de vie OT. Comme précédemment, l'outil 2 est déployé a posteriori des phases de créativité. Il permet de vérifier que les relations entre personas ont bien été prises en phase amont de conception.

La **Figure IV-42** représente un exemple fictif des impacts d'un concept sur les relations entre personas.



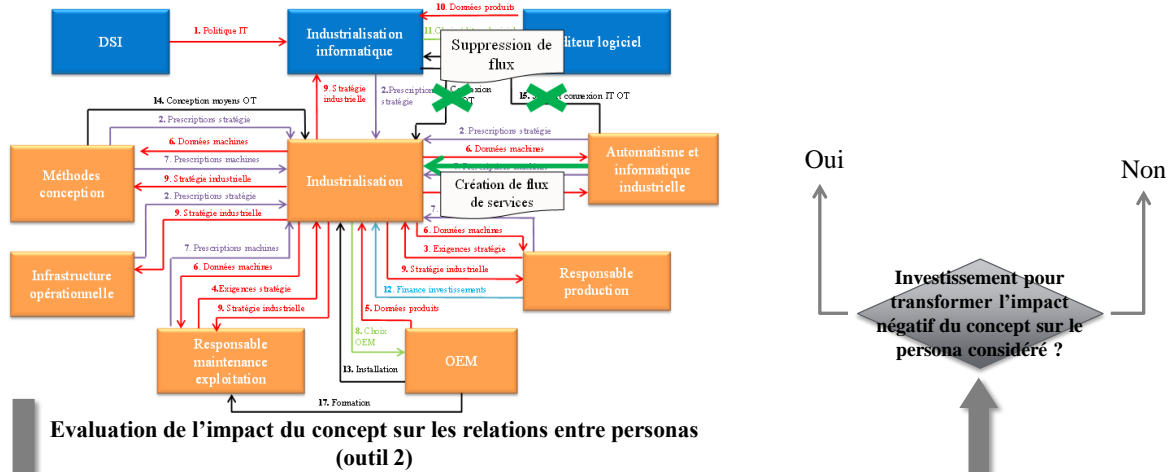


**Figure IV-42 : Caractérisation de l'impact d'un concept sur les relations entre personas pour le segment de marché « entreprise manufacturière » et la phase du cycle de vie OT « Conception/Installation »**

✓ **Méthode 2 : Amélioration d'une solution en fonction de la caractérisation de l'impact d'un concept sur les relations entre personas.**

L'outil 2 précédemment décrit constitue un outil d'aide à la décision en phase amont de conception. La doctorante propose la méthode 2 permettant de peaufiner un concept d'offre en utilisant l'outil 2. La **Figure IV-43** permet de schématiser cette méthode.

Outil 2 instancié pour le segment de marché « entreprise manufacturière » et pour la phase « Conception/Installation »



Evaluation de l'impact du concept sur les relations entre personas (outil 2)

		Quantité de ressources nécessaires pour modifier un impact négatif du concept sur le persona			
		Faible	Moyenne	Importante	Très importante
Probabilité de rejet du concept d'offre	Très probable				
	Probable				
	Improbable				
	Très improbable	X			

Evaluation comparative entre la probabilité de rejet du concept et la quantité de ressources nécessaires pour diminuer la probabilité de rejet

Figure IV-43: Méthode d'amélioration d'une solution en fonction de la caractérisation de l'impact d'un concept sur les relations entre personas

L'outil 2 permet de détecter les impacts potentiels du concept sur les relations entre personas. Il s'agit ensuite d'analyser ces changements. L'analyse doit aboutir à une anticipation des rejets. Pour illustration, une création de flux de services entre deux personas peut générer une contrainte. Ce flux peut augmenter la charge de travail d'un des deux personas. Le concept est alors potentiellement rejeté.

Dans ce cas, deux options s'offrent au Responsable du Projet d'innovation. Il peut décider de :

- Peaufiner le concept pour amoindrir la probabilité du risque de rejet.
- Accepter le risque.

De manière similaire à la méthode 1, ce travail de thèse propose de comparer le risque de refus d'un concept d'offre dans les entreprises clientes et la quantité de ressources nécessaires pour agir sur l'impact. Cette étude comparative est discutée et réalisée par Responsable de Projet d'innovation (RP) et son groupe de travail.

Les ressources nécessaires peuvent être de nature matérielle, humaine ou temporelle. Une évaluation qualitative et quantitative du besoin en ressources est alors effectuée.

Le risque de refus est évalué en fonction :

- Du type de personas concernés par les relations modifiées.
- Du type de flux modifiés.

Un exemple fictif permet de comprendre comment tenir compte de ces deux variables pour évaluer le risque de rejet. Un flux de services produits est créé entre le persona « Automatisation et informatique industrielle » et le persona « Industrialisation ». Cela signifie que le responsable automatisation est

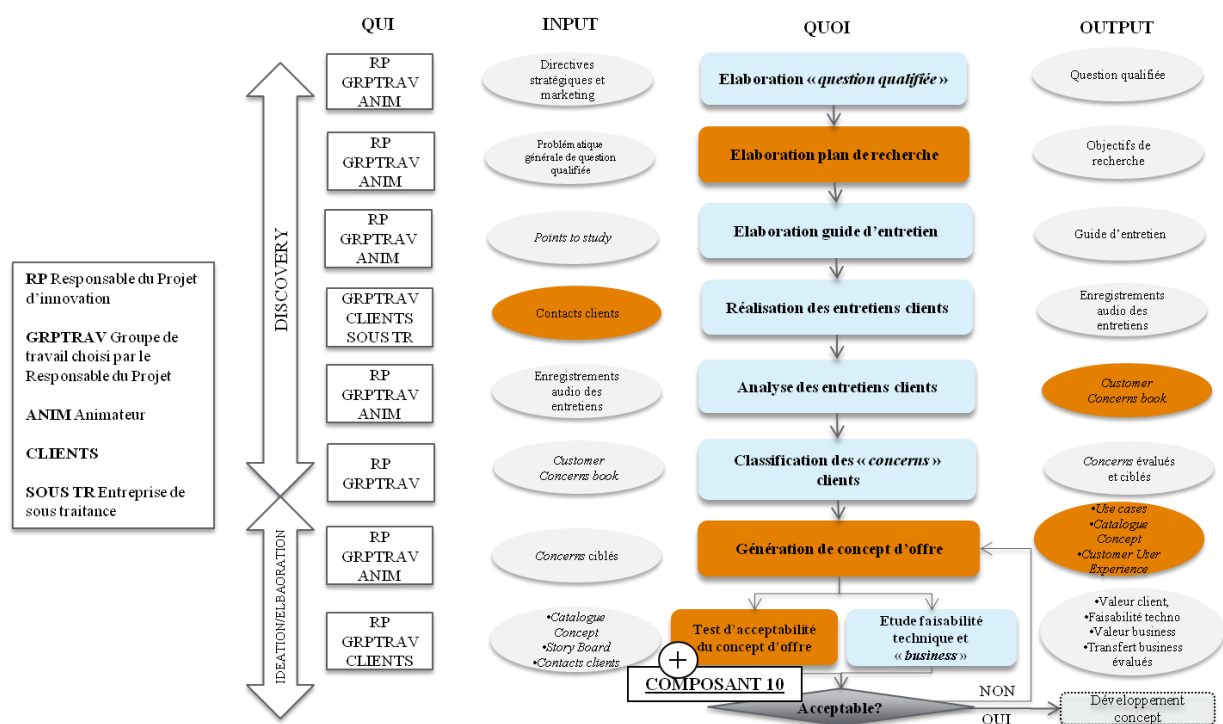
supposé installer et mettre en service le concept de produit pour le responsable industrialisation. Cette charge de travail supplémentaire est requise pour répondre au « *concern* » qui est « difficulté pour connecter les machines aux logiciels IT ». Ce « *pain* » est ressenti par le « responsable de production » qui est le commanditaire du projet de conception et constitue également l'investisseur. L'influence de ce dernier persona sur l'acceptation de la charge de travail supplémentaire est donc forte. Ainsi, la probabilité de rejet est très faible.

Par ailleurs, 1 semaine de travail à temps plein par un ingénieur innovation est nécessaire pour diminuer le risque de rejet. Il s'agit de schématiser et décrire toutes les étapes de mise en service et installation du produit pour faciliter le travail du responsable automatisme. Ainsi, la quantité de ressources nécessaires est faible.

Cette double évaluation est ensuite discutée au sein du groupe de travail avec le RP. Cette discussion doit aboutir au choix de peaufiner ou non le concept.

- **Présentation du composant 10 : recommandations sur le test d'acceptabilité**

La **Figure IV-44** met en évidence le positionnement du composant 10 dans le processus RACCP.



**Figure IV-44 : Le composant 10 dans le processus RACCP**

Le composant 10 est la solution technique à la sous-fonction manquante (manque 7) : « *FP 2.4.1 : Interroger les acteurs concernés par le concept d'offre* ». Ce manque est relatif à l'étape « *Test d'acceptabilité du concept d'offre* » de la phase amont du processus de conception précédemment décrit.

Le manque 7 met en évidence la nécessité d'interroger toutes les fonctions archétypales d'acteurs impactées par la solution dans les entreprises clientes pour valider l'acceptabilité d'un concept. Leur opinion doit être prise en compte pour peaufiner une solution. Les recommandations sont les suivantes :

✓ **Recommandation 1 : Déterminer les acteurs à rencontrer pour tester un concept d'offre.**

Les acteurs à interroger sont tous les personas impactés par une solution conceptuelle. Ils sont identifiés via le composant 8 de la phase « *Génération du concept d'offre* » (voir **Tableau IV-6**).

✓ **Recommandation 2 :** Elaborer un guide d'entretien

Un guide d'entretien est élaboré à partir d'un plan de recherche constitué de « *points to study* ». La méthode d'élaboration d'un plan a été explicitée dans la section 9.1. La doctorante propose la structure du guide d'entretien suivante :

- **Introduction :** Cette partie permet à l'interviewer de se présenter et de rappeler à la personne interrogée le but de l'entretien.
- **Questions fermées ou à choix multiples introductives :** Ces questions permettent de prendre connaissance rapidement du contexte d'introduction du concept des entreprises clientes.
- **Présentation du concept :** L'interviewer montre aux personas rencontrés le(s) Objet(s) Intermédiaire(s) de Conception (OIC) (ex : « *Catalogue Concept* », prototypes).
- **Question fermées ou à choix multiples pour évaluer le concept présenté:** Ces questions doivent permettre de faire une évaluation de la « *valeur client* » du concept. Pour cela, certaines questions peuvent mettre en valeur des critères d'évaluation. Ces critères d'évaluation sont listés et identifiés à partir du plan de recherche. Une échelle d'évaluation est utilisée pour juger le degré de pertinence du concept par rapport à un critère (ex : Très pertinent, pertinent, peu pertinent, très peu pertinent).
- **Conclusion :** Cette partie permet au Responsable du Projet d'innovation (RP) de remercier la personne rencontrée et de reformuler les points principaux abordés lors de l'entretien.

✓ **Recommandation 3 :** Analyser les résultats des entretiens.

Le Responsable du Projet d'innovation (RP) et le groupe de travail construisent des graphes représentant les réponses apportées par les personas aux critères d'évaluation du concept. Ces graphes peuvent être segmentés par persona interrogé. Le but est d'analyser les points bloquants par rapport à l'adoption d'un concept et ce, par persona. La **Figure IV-45** permet d'illustrer la recommandation 3.

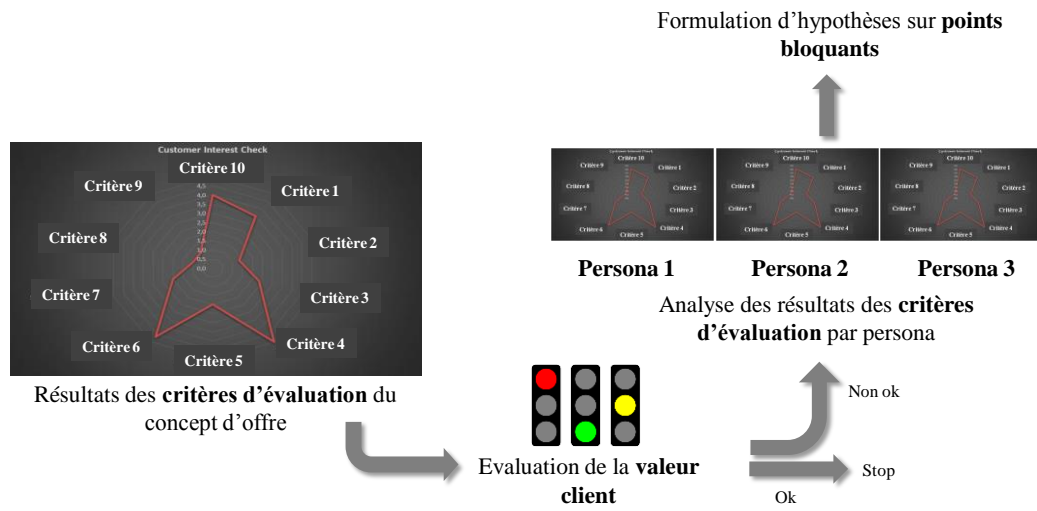


Figure IV-45: Représentation des étapes d'analyse du test d'acceptabilité d'un concept d'offre (recommandation 3)

## Bibliographie

- ALLISON, G., ZELIKOWV, P.D. L'essence de la décision. Le modèle de l'acteur rationnel. *Cultures et conflits*, 2000, n°36. DOI : 10.4000/conflits.579
- AUDRY, F. *La démarche d'analyse fonctionnelle-technologie*. [En ligne]. 2010 [Consulté le 01/02/2016]. Disponible à l'adresse : [http://www.technologie.ac-versailles.fr/IMG/pdf/Analyse\\_fonctionnelle\\_guide\\_pour\\_le\\_professeur-2.pdf](http://www.technologie.ac-versailles.fr/IMG/pdf/Analyse_fonctionnelle_guide_pour_le_professeur-2.pdf)
- CALVI, R., LE DAIN, M.-A. Collaborative Development between client and supplier: How to choose the suitable coordination process? *12th International IPSERA Annual Conference*, Budapest, Bulgarie, 2003.
- COOPER, R.G. Stage-Gate Systems : a new tool for managing new products. *Business Horizons*, 1990, vol. 33, n°3, p. 44-54.
- COOPER, A. *The inmates are running the asylum : Why Hi-tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. Indianapolis, USA: Macmillan Publishing Co, 1999.
- DEJAX, P. Stratégie, planification et implantation du système logistique. In : CAMPAGNE, J.P, BURLAT, P. *Maitrise et organisation des flux industriels*. Lavoisier : Hermès, 2001, p. 129-160.
- EPPINGER, S. D., BROWNING, T. R. *Design Structure Matrix Methods and Applications*. Canbridge: The MIT Press, 2012.
- FERBER, J. *Les systèmes multi-agents : Vers une intelligence collective*. Masson, 1995.
- GODET, M. *Manuel de prospective stratégique*. Paris: Dunod, 2007.
- GRIFFIN, A., HAUSER, J. The voice of the customer. *Marketing science*, 1993, vol. 12, n°1, p. 1-27.
- INSEE. L'internet de plus en plus prisé, l'internaute de plus en plus mobile. In : INSEE. *Institut National de la statistique et des études économiques*. [En ligne]. 2016 [Consulté le 30/07/2016]. Disponible à l'adresse : [http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref\\_id=ip1452](http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=ip1452)
- LAW, J. Notes on the theory of the actor-network : ordering, strategy and heterogeneity. *Systems Practise*, 1992, vol.5, n°4, p. 379-393.
- LAW, J. Actor network theory and material semiotics. *The new Blackwell companion to social theory*, 2009, vol. 3, p. 141-158.
- PIZELLE, P., HOFFMAN, J., AUBOUY. M. et al. *Innover par les usages*. Editions d'Innovations, 2014
- ROCKWELL AUTOMATION. Solutions & Services IT / MES. In : ROCKWELL AUTOMATION. *Welcome to Rockwell Automation / Proscon*. [En ligne] Rockwell Automation, Inc, 2015. [Consulté le 24/09/2015] Disponible à l'adresse : <http://www.proscon.com/solutions/itmes.html>
- SCHNEIDER ELECTRIC. *Customer Innovation Process*. 2013
- VERGANTI, R. *Design-Driven Innovation*. Harvard Business Press, 2009.

**Partie V.**  
**Démarche d'expérimentation des résultats de thèse**

## 11. Confrontation du processus RACCP avec des experts

### 11.1 Objectifs

La description des enjeux et du contexte de ce travail de thèse (voir Partie II) a permis d'énoncer le problème de thèse suivant. La proposition de produits ou de services facilitant la convergence IT OT implique des changements organisationnels au sein des entreprises clientes des fournisseurs d'automatisme industriel. Ces changements organisationnels peuvent être à l'origine de rejet d'un concept de produit ou service. Un rejet signifie un refus d'investissement ou d'utilisation. Les fournisseurs d'automatisme industriel éprouvent alors des difficultés à élaborer des concepts qui soient ensuite adoptés par leurs entreprises clientes. Ce travail de thèse propose une solution au problème de recherche identifié : le processus RACCP<sup>25</sup>. L'objectif de cette section est de proposer une première validation du processus RACCP auprès d'experts en innovation. Ainsi, la doctorante cherche à évaluer leur acceptabilité et leur intérêt par rapport au processus présenté.

Cette confrontation permet de mettre en exergue des pistes d'amélioration. La doctorante considèrera alors ces pistes comme des variables qualitatives ou quantitatives à surveiller durant l'expérimentation. Cette action de surveillance permettra de vérifier ou infirmer les craintes soulevées par les experts. En cas de vérification de ces dernières, la doctorante pourra alors proposer des palliatifs et énoncer des prescriptions pour le déploiement du processus RACCP sur le long terme.

### 11.2 Description des moyens de validation du processus RACCP

Pour valider la pertinence du processus par rapport au problème de thèse, la doctorante utilise la méthodologie préconisée par la phase amont du processus de conception du cas d'étude. Ainsi, il s'agit d'élaborer trois types de documents :

- Un plan de recherche.
- Un guide d'entretien. Il regroupe les « *points to study* » du plan de recherche en thèmes de discussion. Ces derniers peuvent inclure majoritairement des questions fermées. Le but est de valider la pertinence du processus RACCP. La doctorante n'est donc pas dans une phase exploratoire.
- Un document de synthèse permettant de présenter et justifier le processus RACCP.

#### 11.2.1 Elaboration du « *plan de recherche* »

La doctorante et un RP listent les questions qu'ils se posent au sujet du processus RACCP. Cette activité permet de lister les « *points to study* » du plan de recherche. Le **Tableau V-1** permet de présenter ces différents « *points to study* ».

**Tableau V-1: Liste des « *points to study* » associés à des « *objectifs de recherche* » pour la confrontation avec des experts**

<i>Points to study</i>	<b>Objectif 1 : Evaluer l'intérêt des experts pour le processus RACCP.</b>
<b>1.1</b>	Est-ce que les experts seraient prêts à déployer le processus RACCP dans un contexte similaire ou identique à celui de la convergence IT OT ?

<sup>25</sup> RACCP : Relations entre Acteurs, Customer Concerns, Personas (voir liste des abréviations).



1.2	Quelle est la valeur ajoutée perçue du processus RACCP ?
1.3	Comment les experts évaluent la capacité du processus RACCP à évoluer selon leurs besoins ?
1.4	Qu'est-ce que les experts aiment dans le processus RACCP ?
1.5	Est-ce que le modèle RACCP est perçu comme une méthode facilitant l'élaboration de concepts acceptés par les acteurs au sein d'une entreprise cliente de solutions OT ?
	<b>Objectif 2 : Comprendre les perspectives d'évolution du processus RACCP.</b>
2.1	Qu'est-ce que les experts n'aiment pas dans le processus RACCP ?
2.2	Quels sont les points bloquants pour déployer ou faire évoluer le modèle RACCP ?
2.3	Quelles perspectives d'évolution les experts perçoivent pour le processus RACCP ?
	<b>Objectif 3 : Evaluer le niveau de compétences requis pour gérer les différentes phases du cycle de vie du processus RACCP.</b>
3.1	Quel est l'effort intellectuel perçu des experts pour utiliser le processus RACCP ?
3.2	Quel est l'effort intellectuel perçu des experts pour former à l'utilisation du processus RACCP ?
3.3	Quel est l'effort intellectuel perçu des experts pour apprendre à utiliser le processus RACCP ?
	<b>Objectif 4 : Identifier les contextes de déploiement potentiels du processus RACCP.</b>
4.1	Est-ce que le processus RACCP est perçu comme pertinent par rapport au contexte de convergence IT OT ?
4.2	Quels sont les contextes industriels considérés comme pertinents par les experts pour déployer le processus RACCP ?

### 11.2.2 Elaboration du guide d'entretien

La doctorante ainsi qu'un RP au sein du fournisseur d'automatisme industriel déployant le processus du cas d'étude évaluent les « *points to study* » du **Tableau V-1** selon deux critères : l'impact et l'incertitude.

Les notes d'impact et d'incertitude octroyées par la doctorante et le RP ont impliqué la sélection de tous les « *points to study* » pour élaborer le guide d'entretien du **Tableau V-2**.

**Tableau V-2 : Guide d'entretien élaboré pour valider la pertinence du processus RACCP**

<b>Introduction</b>
<p>Bonjour Monsieur X, je suis Emilie Bonnetto du service innovation. Je mène actuellement une démarche pour valider une méthode permettant d'élaborer des concepts d'offre qui sont acceptés par les acteurs de nos entreprises clientes. Comme indiqué au téléphone, je vous rencontre aujourd'hui dans le cadre de cette étude. Je rencontre des personnes qui ont la responsabilité de projets d'innovation pour comprendre leur opinion de la méthode. Aujourd'hui, cette démarche n'a évidemment aucun caractère commercial. Je n'ai rien à vendre dans le cadre de cette démarche.</p> <p>Cet entretien est strictement confidentiel et durera environ 1 heure. Votre nom ne sera ni énoncé ni écrit dans les différentes phases de cette étude. Votre interview viendra enrichir ceux des autres.</p> <p>L'analyse effectuée en sera globale et, pour ne pas perdre d'information et être bien à votre écoute, chaque entretien est enregistré. Mon rôle est de vous poser quelques questions, et surtout de vous écouter. Si toutefois vous aviez</p>

quelques questions, nous pourrions consacrer quelques minutes en fin d'entretien et je vous répondrai autant que possible si j'ai les réponses. Si je ne peux pas, j'en prendrai note pour les transmettre à la personne concernée qui vous répondra. Je suis donc ici pour recueillir votre expérience, vos opinions et vos perceptions. Avez-vous des questions relatives à ce que je viens de vous expliquer ? Bien, nous allons commencer l'entretien proprement dit. Je vous laisse vous présenter : fonction, rôle, mission dans l'entreprise.

**Question générale**

Quelle est l'évaluation de l'acceptabilité du processus RACPP par les experts en innovation ?

<b>Thèmes de discussion</b>	<b>Questions à choix multiples</b>	<b>Points to study</b>												
	Quelle est votre opinion globale du processus RACCP ?  <input type="checkbox"/> Très bonne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Très mauvaise	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1												
	Seriez-vous prêt à déployer le processus RACCP dans un contexte de convergence IT OT ?  <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	4.1, 1.1												
<b>Retours sur le processus RACCP</b>	Comment évaluez-vous le processus RACCP au regard des critères suivants :  <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Critère</th> <th style="text-align: center;">Degré de pertinence du concept ?</th> <th style="text-align: center;">Degré d'importance du critère ?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;">Facilité de déploiement</td> <td> <input type="checkbox"/> Très pertinent  <input type="checkbox"/> Pertinent  <input type="checkbox"/> Peu pertinent  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent               </td> <td> <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu important               </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Facilité de transfert de compétences (besoin d'une formation sur la méthode de base pour un nouveau)</td> <td> <input type="checkbox"/> Très pertinent  <input type="checkbox"/> Pertinent  <input type="checkbox"/> Peu pertinent  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent               </td> <td> <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu important               </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Facilité d'évolution (ex : mise à jour des bases de données)</td> <td> <input type="checkbox"/> Très pertinent  <input type="checkbox"/> Pertinent  <input type="checkbox"/> Peu pertinent  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent               </td> <td> <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu important               </td> </tr> </tbody> </table>	Critère	Degré de pertinence du concept ?	Degré d'importance du critère ?	Facilité de déploiement	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	Facilité de transfert de compétences (besoin d'une formation sur la méthode de base pour un nouveau)	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	Facilité d'évolution (ex : mise à jour des bases de données)	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	3.1, 3.2, 3.3, 1.3, 4.1, 4.2
Critère	Degré de pertinence du concept ?	Degré d'importance du critère ?												
Facilité de déploiement	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important												
Facilité de transfert de compétences (besoin d'une formation sur la méthode de base pour un nouveau)	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important												
Facilité d'évolution (ex : mise à jour des bases de données)	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important												

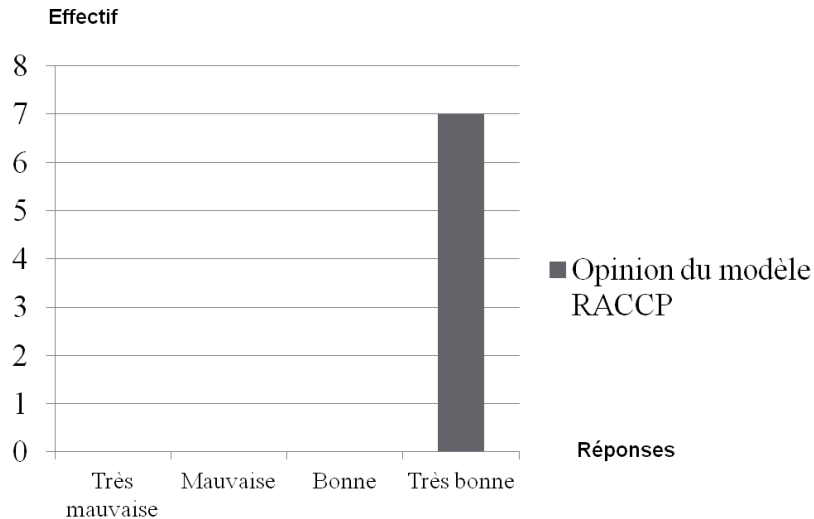
	<p>Pertinence par rapport au contexte de convergence IT OT</p> <p> <input type="checkbox"/> Très pertinent                      <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Pertinent                                      <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu pertinent                                      <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent                                      <input type="checkbox"/> Très peu important </p> <p>Pertinence par rapport à des contextes similaires au contexte de convergence IT OT</p> <p> <input type="checkbox"/> Très pertinent                      <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Pertinent                                      <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu pertinent                                      <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent                                      <input type="checkbox"/> Très peu important </p>	
<b>Perspectives d'évolution du processus RACCP</b>	<p>Citez, dans l'ordre d'importance, trois points forts du processus RACCP :</p> <p>- .....</p> <p>- .....</p> <p>- .....</p> <p>Citez, dans l'ordre d'importance, trois points d'amélioration du processus RACCP.</p> <p>- .....</p> <p>- .....</p> <p>- .....</p>	1.4, 2.3, 2.2
	<p style="text-align: center;"><b>Conclusion et remerciements</b></p> <p>Notre entretien est maintenant terminé. Merci pour la richesse de ce que vous nous apportez à travers votre partage d'expérience et vos opinions. En particulier, voilà les 2 ou 3 points que j'ai particulièrement retenu à l'égard du processus RACCP.</p>	

### 11.3 Résultats et interprétations

La doctorante a réalisé les entretiens auprès de 7 experts dans la conception et l'expérimentation de méthodologies d'innovation dans des contextes industriels. Selon l'étude menée par Griffin et Hauser (1993), 7 entretiens permettent de récolter 60% de l'information attendue. Les résultats sont présentés et commentés ci-dessous.

#### 11.3.1 Opinion globale du processus RACCP

La **Figure V-1** présente les distributions des réponses concernant la question « Quelle est votre opinion globale du processus RACCP ? ». Les réponses sont distribuées en 4 items : « Très mauvaise », « Mauvaise », « Bonne » « Très bonne ».

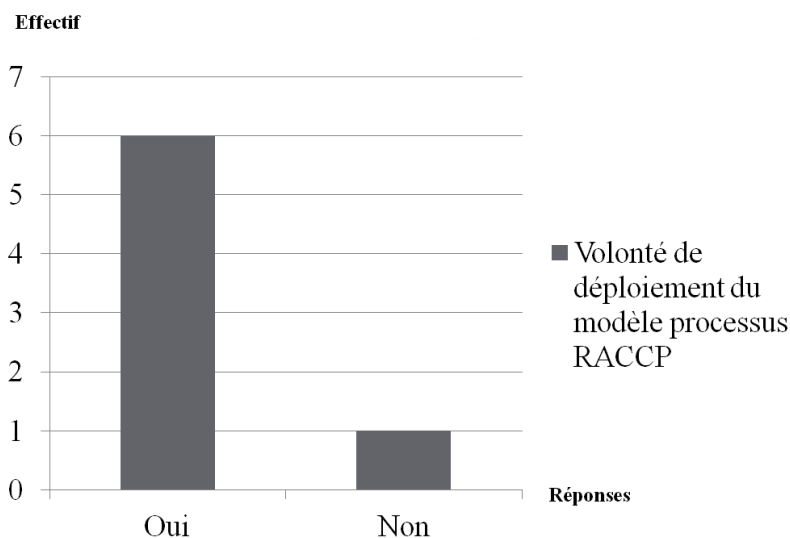


**Figure V-1: Résultats pour la question concernant l'opinion globale des experts sur le processus RACCP**

La **Figure V-1** indique que les experts ont apprécié le processus RACCP proposé pour générer des concepts acceptés par les clients dans un contexte similaire à celui de la convergence IT OT. En effet, 100% des experts ont répondu « Très bonne » à la question « Quelle est votre opinion globale du processus RACCP ? ». Ce résultat montre qualitativement que le processus RACCP semble acceptable. A priori, il ne soulève pas de blocage ou résistance majeure.

### 11.3.2 Volonté de déploiement du processus RACCP

La **Figure V-2** présente les distributions des réponses concernant la question « Seriez-vous prêt à déployer le processus RACCP dans un contexte de convergence IT OT ? ». Les réponses sont distribuées en 2 items : « Oui » et « Non ».



**Figure V-2 : Résultats pour la question concernant la volonté de déploiement du processus RACCP**

Plus de 85% ont répondu « Oui » à la question « Seriez-vous prêt à déployer le processus RACCP dans un contexte de convergence IT OT ? ».

Ce résultat montre ainsi l'intérêt que portent les experts pour le processus RACCP. Le document décrivant le processus RACCP semble donc :

- Permettre une prise de conscience concernant les besoins d'intégrer les aspects multi-personas dans un projet d'innovation.
- Etre suffisamment clair pour favoriser la compréhension et l'utilisation du processus par l'ensemble des experts.

Par ailleurs, le processus RACCP semble :

- Etre en accord avec les pratiques d'innovation actuelles des experts.
- Adopter une logique de traitement des informations collectées qui semble cohérente et pertinente.

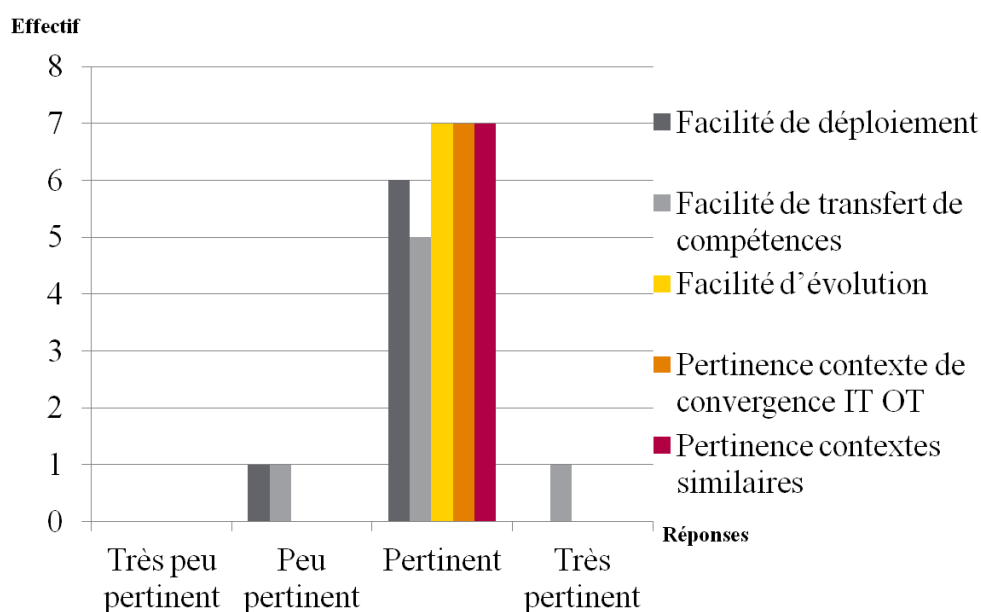
Une seule personne affirme ne pas souhaiter exploiter les résultats de thèse. Il justifie ce choix par la lourdeur perçue dans la mise en œuvre des composants du modèle. Pour cela, il propose de développer un support informatique pour faciliter son déploiement.

### 11.3.3 Critères d'évaluation du processus RACCP

La **Figure V-3** présente les distributions des réponses concernant les critères d'évaluation suivants :

- Facilité de déploiement
- Facilité de transfert de compétences
- Pertinence par rapport au contexte de convergence IT OT
- Pertinence par rapport à des contextes similaires au contexte de convergence IT OT

Les réponses des experts permettent d'évaluer la pertinence du processus par rapport à ces critères et ce, selon 4 items : « Très peu pertinent », « Peu pertinent », « Pertinent », « Très pertinent ».



**Figure V-3 : Résultats pour la question concernant l'évaluation de la pertinence du processus RACCP**

6 experts (plus de 85%) ont évalué le processus comme étant pertinent concernant sa facilité de déploiement. Ce résultat corrobore l'interprétation du résultat fait de la **Figure V-2**. En effet, les étapes du processus RACCP sont suffisamment claires pour être facilement déployées. A priori, il ne requiert pas de compétences clés dont ne disposent pas les experts interrogés ou qui leur semblent difficiles à acquérir.

La « facilité de transfert de compétences » a été notée positivement voire très positivement par plus de 85% des experts. Le document décrivant le processus RACCP semble donc un outil de communication efficace pour comprendre et/ou expliquer le processus.

Enfin, 100% des experts jugent le processus pertinent par rapport aux problématiques de convergence IT OT ou de contextes similaires. Les experts semblent donc avoir compris le périmètre d'applicabilité du processus et perçoivent la méthode proposée comme étant une solution potentiellement efficace pour répondre aux besoins liés à ce périmètre.

#### *11.3.4 Perspectives d'évolution du processus RACCP*

Le thème de discussion du guide d'entretien « Perspectives d'évolution du processus RACCP » permet d'évaluer les aspects positifs et les points d'amélioration du modèle.

Trois points forts émergent. Ils sont cités dans l'ordre décroissant de leur fréquence d'apparition dans le discours des experts.

- **L'aspect multi-personas**

Prendre en compte les caractéristiques et les relations entre les différents acteurs d'une entreprise cliente semble permettre d'anticiper les rejets d'une offre. Un expert nous a confirmé que « *les outils proposés sont pertinents. Ils permettent d'avoir une vision plus objective des différents acteurs qui gravitent autour d'une idée. Aujourd'hui, on travaille sur des sujets et dans des contextes où on est amené à se poser des questions par rapport à ces différents acteurs : Comment les modéliser ? Comment s'en servir pour créer un concept ? Ce travail permet d'apporter des réponses intéressantes qu'il faut valoriser et valider dans des projets post-thèse.* »

- **Itérations**

Le déploiement des composants 6, 7 et 8 permettent tour à tour de :

- ✓ Générer des idées correspondant aux caractéristiques et relations entre acteurs impliqués par un « *concern* ».
- ✓ Filtrer les idées les moins pertinentes par rapport à ces acteurs.
- ✓ Enrichir les idées retenues en considérant les caractéristiques et relations entre acteurs. Identifier l'impact du concept généré sur les caractéristiques des personas et leurs relations.

Cet enchaînement de composants rassure les experts sur les omissions potentielles d'informations clé liées aux caractéristiques des acteurs et leurs relations. Ainsi, ces itérations permettent de diminuer le risque de rejet d'une offre innovante.

- **Généricité du processus RACCP**

Les composants du processus RACCP s'adapte à tout contexte similaire à celui de la convergence IT OT. Les champs d'application sont alors vastes.

Par ailleurs, trois points d'amélioration émergent. Ils sont cités dans l'ordre décroissant de leur fréquence d'apparition dans le discours des experts.

- **Complexité de mise en œuvre**

A priori, les outils proposés amènent à extraire et manipuler un grand nombre de verbatims provenant de différents acteurs. Ces verbatims extraits doivent être lus, compris et mémorisés par l'ensemble des membres du groupe de travail afin d'instancier les modèles de « *concerns* », de personas et de

relations entre acteurs. Les modèles instanciés présentent un grand nombre d'informations à considérer pour les différentes activités de génération de concept d'offre.

- **Manque d'évolutivité des composants**

L'effort à fournir pour déployer les différents composants semble conséquent et ce, quelque soit l'importance du projet. Ainsi, le temps nécessaire pour le déploiement du processus n'est pas modulaire.

- **Test d'acceptabilité d'un concept d'offre basé sur du déclaratif**

Les personas impactés par un concept d'offre sont interrogés pour valider l'acceptabilité de la solution. Les experts soulignent l'importance d'analyse des retours non verbaux de ces différents personas pour valider l'acceptabilité d'une solution.

Cette confrontation avec des experts a donc permis de mettre en évidence des points de vigilance par rapport au processus RACCP. Lors de son expérimentation, la doctorante pourra alors se demander :

- ✓ Est-il possible d'identifier des difficultés dans la mise en œuvre du processus ? Si oui, lesquelles ?
- ✓ Y a-t-il des informations utiles pour l'instanciation des modèles du processus qui pourraient potentiellement être extraites par l'analyse de contenu non verbal (gestes, attitudes, expressions faciales) ?

Les experts évoquent un manque d'évolutivité du processus RACCP. Cet aspect ne peut pas constituer un point de vigilance lors de l'expérimentation. En effet, cette dernière se base sur un seul cas d'étude. Il faudrait contrôler le temps nécessaire pour exploiter le processus et comparer cette variable temps sur plusieurs projets.

## 11.4 Discussion

Les résultats précédents montrent que le processus RACCP semble pertinent pour élaborer un concept d'offre accepté par les clients dans des contextes similaires à ceux de la convergence IT OT. L'utilisation de modèles de description des personas et de leurs relations est globalement appréciée par l'ensemble des experts. Ils permettent d'intégrer les différentes exigences relatives aux caractéristiques et relations des acteurs pour la génération, l'enrichissement, le filtrage et le test des concepts. Le déploiement des composants du processus pourrait être facilité par la mise en place d'une formation d'une journée. Le but est de permettre à des concepteurs en innovation (RP) de s'approprier les différents outils, modèles et recommandations avec des exemples de projets d'innovation avant de l'utiliser en conditions réelles.

L'état de l'art montre que les processus « *Fuzzy Front End* » ne tiennent pas compte des comportements et des relations des différents types d'acteurs liés à un concept d'offre pour définir les fonctions d'une solution. Or, Steyer et Zimmerman (2004) montrent qu'il est nécessaire de comprendre les interactions entre acteurs pour anticiper l'adoption d'une innovation. Par ailleurs, Rogers (2003) souligne l'importance de définir les variables comportementales des acteurs liés à une offre pour élaborer une solution compatible avec ces variables. Le but est de favoriser le succès d'un concept. Le processus RACCP pourrait être utile à une entreprise dont l'une des activités est la conception de produits ou services destinés à s'intégrer dans une structure sociale complexe.

Les composants du modèle doivent encore faire leur preuve et être testés au sein de plusieurs projets. Une première expérimentation du processus RACCP est déroulée dans la partie suivante.

## 12. Expérimentation de la solution méthodologique

L'expérimentation de la solution méthodologique vise à vérifier ou infirmer les hypothèses de recherche formulées dans la partie III. A cet effet, la doctorante joue le rôle d'un Responsable de Projet d'innovation (RP) et déploie le processus RACCP décrit dans la section 10. Le contexte d'expérimentation de la solution méthodologique choisi est celui de la convergence IT OT. La doctorante a déployé toutes les étapes de la phase « *Discovery* » (sauf l'étape « *Réalisation des entretiens clients* ») avec un autre concepteur en innovation (RP). Pour des raisons de disponibilité et d'intérêt pour le projet, cet autre concepteur est la même personne pour toutes les étapes de cette phase. Il est employé par le fournisseur d'automatisme industriel qui déploie la phase amont du processus de conception détaillée dans la section 9.

### 12.1 Déploiement du processus RACCP

#### 12.1.1 Elaboration de la « question qualifiée »

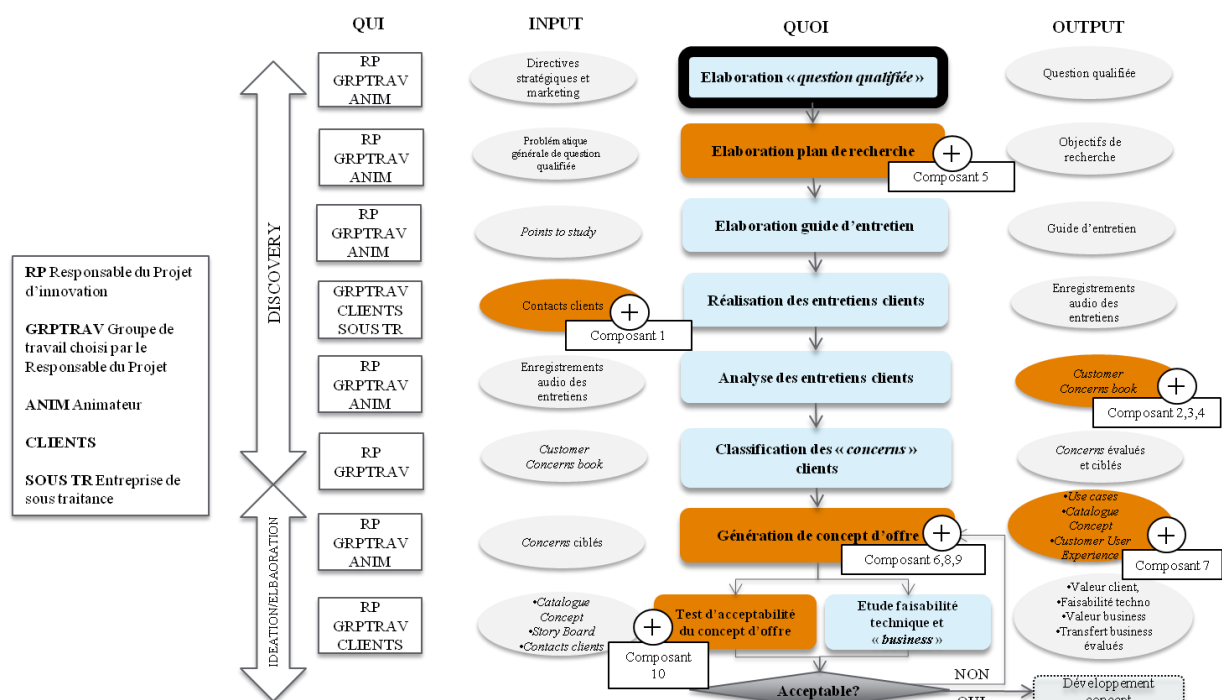


Figure V-4 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « *Elaboration de la question qualifiée* » dans le processus RACCP

Pour rappel, la « *question qualifiée* » est un document qui permet de cadrer un projet d'innovation. Ce dernier consiste à mobiliser des ressources humaines et matérielles en vue d'élaborer un concept de produit ou service. Dans ce cas, l'objectif du processus RACCP est d'élaborer un concept d'offre dans le contexte de convergence IT OT. Ainsi, la Figure V-5 donne une trame de question qualifiée.



## Question Qualifiée

- Les clients : L'ensemble des acteurs qui interviennent durant les phases du cycle de vie OT et leurs homologues IT.
- Les segments de marché ciblés : Entreprises manufacturières, entreprises mettant en œuvre des procédés industriels, infrastructures.
- Les pays ciblés : France
- La problématique :
  - Quels sont les « *concerns* » liés à la connexion de l'OT avec les composants IT ?
  - Quels sont les acteurs impactés par ces « *concerns* » ?
  - Quelles sont les relations entre ces acteurs ?
- Les produits ou services du fournisseur impactés : L'ensemble des systèmes OT.
- Les intentions stratégiques : Développer des concepts d'offre pour connecter l'OT et l'IT qui soient acceptés par les clients.

**Figure V-5 : Question qualifiée permettant d'expérimenter le processus RACCP dans le contexte de convergence IT OT**

La problématique est détaillée sous forme de trois sous-questions. Chacune d'entre elles fait référence à un des trois modèles décrits dans les composants 1,2 et 3. Ces derniers sont à instancier.

- « *Quels sont les « concerns » liés à la connexion de l'OT avec les composants IT ?* » : Cette question permet de cadrer la démarche pour instancier le modèle de description des « *Customer Concerns* » (composant 2).
- « *Quels sont les acteurs impactés par ces « concerns » ?* » : Elle guide le processus pour instancier le modèle de description des Personnas (composant 3).
- « *Quelles sont les relations entre ces acteurs ?* » : Cette question est liée à l'instanciation du modèle de description des Relations entre Acteurs (RA) (composant 4).

### 12.1.2 Elaboration du « plan de recherche »

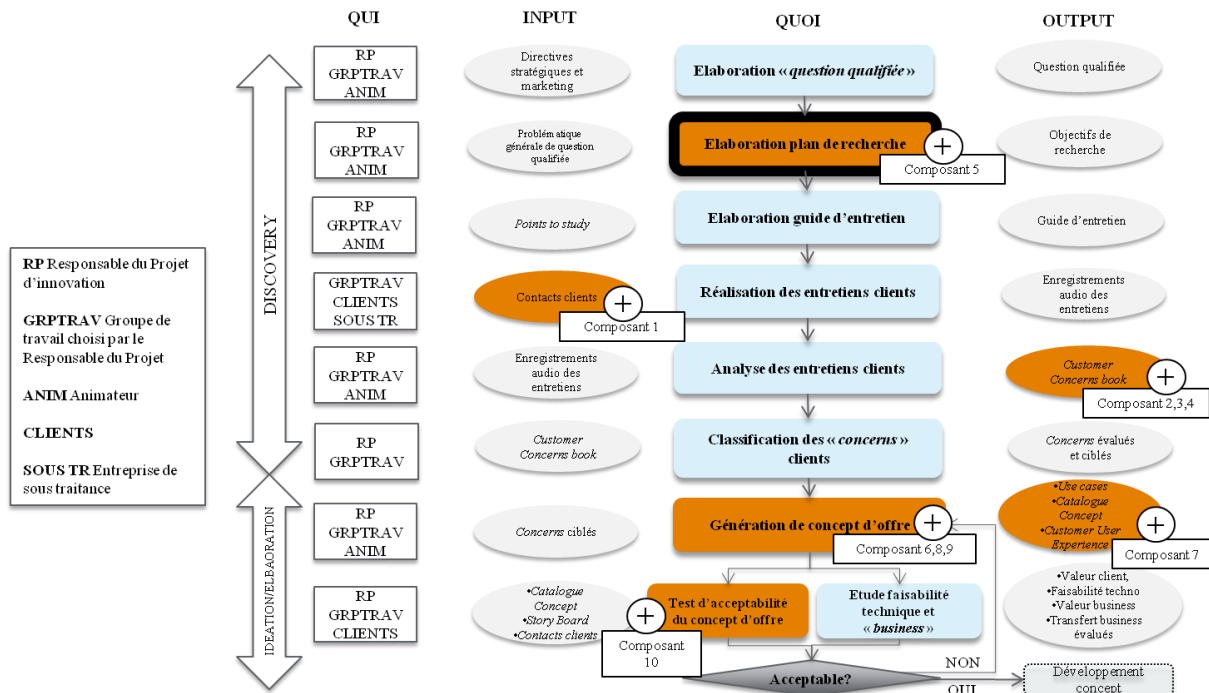


Figure V-6 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « Elaboration du plan de recherche » dans le processus RACCP

La doctorante et le concepteur en innovation listent les questions qu'ils se posent en lien avec la problématique de la « question qualifiée ». Ces questions sont appelées les « points to study ». Ces derniers ont été ensuite regroupés en objectifs de recherche. Le Tableau V-3 retranscrit fidèlement les « points to study » et le regroupement en objectifs des deux concepteurs.

Tableau V-3: Liste des « points to study » associés à des objectifs de recherche liés à la « question qualifiée »

Points to study	Objectif 1 : Comprendre le contexte d'évolution des offres d'automatisme industriel
	<b>Axe ontologique</b>
1.1	De quoi est constitué le système OT (respectivement système IT) ?
1.2	Quels sont les systèmes de stockage des données utilisés ?
1.3	Y a-t-il un échange de données entre l'OT (ex : machines, pompe) et l'IT (GMAO, ERP, MES) ?
1.4	Si oui, comment se fait cette échange aujourd'hui (support technologique (ex : Ethernet, Web Services), outil technique (ex : connecteur JAVA/Modbus)) ?
1.5	Quelles typologies d'informations sont échangées entre l'OT et l'IT ? A qui ces informations sont utiles ?
1.6	Quelles sont les fournisseurs des composants OT présents chez les clients (respectivement composants IT) ?
1.7	Où se situent les serveurs d'applications IT utilisées ?
	<b>Axe fonctionnel</b>
1.8	Quelle est la fonction du procédé industriel ou du processus de service de l'entreprise ?

	Quelle est la matière d'œuvre <sup>26</sup> utilisée ? Quelle est la matière d'œuvre en sortie ?
<b>1.9</b>	Quelles sont les fonctions majeures assurées par les composants IT (ex : gestion de la maintenance, gestion du personnel) ?
<b>1.10</b>	Quelles sont les fonctions majeures assurées par les composants OT ?
<b>1.11</b>	Quels types de services génère l'IT pour les systèmes OT associés (ex : envoi ordre de production, envoi de gamme de fabrication) ?
<b>1.12</b>	Quels types de services génère l'OT pour les systèmes IT associés ?
<b>1.13</b>	Comment les données des fonctions OT et IT sont utilisées par les acteurs des entreprises clientes ?
	<b>Axe génétique</b>
<b>1.14</b>	Si aucun échange de données n'existe entre l'OT et l'IT, quelles technologies seraient envisagées pour établir ce lien (technologies de communication, de stockage et de traitement des données) ?
<b>1.15</b>	Quel serait l'impact financier d'un tel lien ?
<b>1.16</b>	Est-ce que les systèmes OT sont amenés à être souvent renouvelés ?
<b>1.17</b>	Est-ce que les systèmes IT sont amenés à être souvent renouvelés ?
	<b>Objectif 2 : Comprendre les difficultés rencontrées au sein du système OT dans le contexte de convergence IT OT</b>
<b>2.1</b>	(Si la convergence a eu lieu) Quelle est la valeur ajoutée dans la connexion de l'OT avec l'IT ? Pour qui ?
<b>2.2</b>	(Si la convergence n'a pas eu lieu) Quelle serait la valeur ajoutée dans la connexion de l'OT avec l'IT ? Pour qui ?
<b>2.3</b>	Quelles améliorations pourraient être apportées aux composants OT, IT et aux outils faisant le lien entre les deux ?
<b>2.4</b>	Quel serait l'impact de ces améliorations sur les architectures existantes chez les clients ?
	<b>Objectif 3 : Identifier et caractériser les acteurs impactés par la convergence IT OT dans les entreprises clientes</b>
<b>3.1</b>	Qui installe, conçoit, utilise les systèmes OT identifiées dans les architectures des clients (respectivement IT) ?
<b>3.2</b>	(Si la convergence n'a pas eu lieu) Qui contribuerait à la réalisation des connexions des systèmes IT et OT ?
<b>3.3</b>	Pour les acteurs concernés par la convergence IT OT, quels sont leur buts ou objectifs, leurs moyens d'actions, leurs problèmes, leurs influences, leurs moteurs d'action, leur « <i>digital readiness</i> » ?
<b>3.4</b>	Quelles sont les équipes qui conçoivent, installent et exploitent les systèmes OT (même question pour l'IT) ?
<b>3.5</b>	Si des connexions existent entre OT et IT, qui a contribué à la réalisation de ces liens ?
<b>3.6</b>	Quels sont les critères d'achat pour choisir entre différents fournisseurs de solution d'automatisme industriels pour choisir une solution qui permet le lien entre l'OT et l'IT ? Pourquoi ces critères ?
<b>3.7</b>	Quels sont les critères de choix du décideur final de la solution (lien IT-OT) apportée par les fournisseurs de solution d'automatisme industriel ? Par qui ces critères sont-ils influencés ?
<b>3.8</b>	Quelles sont les priorités des acteurs établissant les spécifications fonctionnelles techniques pour la partie opérative (OT) en lien avec l'IT ?

<sup>26</sup> Matière d'œuvre : éléments qui sont modifiés par l'intervention du système étudié. Il existe trois grands types de matière d'œuvre : produit ou matière, énergie, information.

3.9	Par qui les spécifications techniques sont-elles inspirées ou influencées ?
	<b>Objectif 4 : Identifier les relations entre acteurs dans les entreprises clients.</b>
4.1	Quel impact la convergence IT OT aurait (ou a eu) sur les équipes associées aux systèmes OT et IT en phase de conception/installation et en exploitation ?
4.2	Quel impact les améliorations sur les systèmes OT et IT auraient sur les équipes OT et IT en phase de conception/installation et en exploitation ?
4.3	Qui détient les budgets pour investir dans un système OT en lien avec l'IT ?
4.4	Qui a la décision finale pour choisir une solution OT en lien l'IT ? Par qui est-il appuyé ou conseillé ?
4.5	Qui établit les spécifications fonctionnelles techniques pour la partie opérative (OT) en lien avec l'IT ?
4.6	Qui a la responsabilité pour implémenter et utiliser des systèmes OT en lien avec l'IT?

Il est possible de faire le lien entre les objectifs du plan de recherche et les trois modèles à instancier.

- **Objectif 2 :** Comprendre les difficultés rencontrées au sein du système OT dans le contexte de convergence IT OT. Cet objectif est lié à la volonté d'instancier le modèle de description des « *Customer Concerns* ».
- **Objectif 3 :** Identifier et caractériser les acteurs impactés par la convergence IT OT dans les entreprises clientes. Dans ce cas, il s'agit d'instancier le modèle de description des personas.
- **Objectif 4 :** Identifier les relations entre acteurs dans les entreprises clientes. Cet objectif est lié au modèle objet de description des relations entre acteurs qu'il faut instancier en une liste de graphe de relations entre acteurs.

L'objectif 1 sert à représenter les architectures présentes dans les différents segments de marché (entreprises manufacturières, entreprises mettant en œuvre des procédés industriels et infrastructures).

### 12.1.3 Elaboration du guide d'entretien

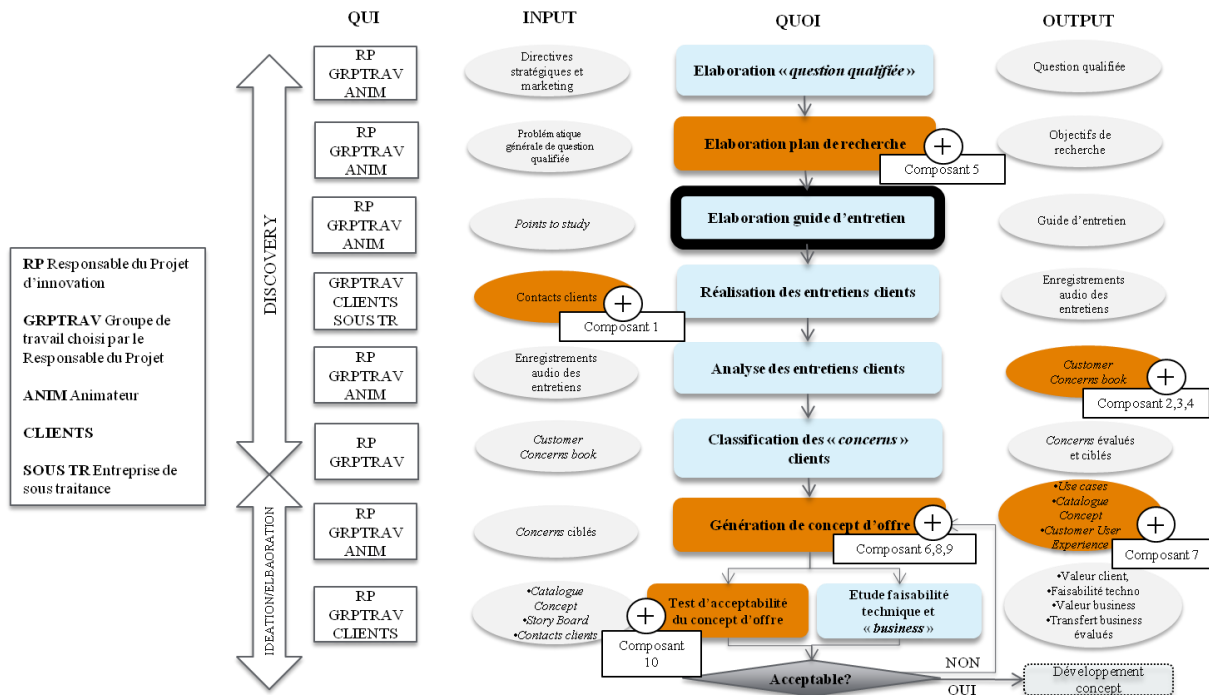


Figure V-7 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « *Elaboration du guide d'entretien* » dans le processus RACCP

La doctorante ainsi qu'un concepteur en innovation (RP) évaluent les « *points to study* » selon deux critères. Pour rappel, ces derniers sont : l'impact et l'incertitude. Les notes d'impact et d'incertitude octroyées par la doctorante et le RP ont impliqué la sélection de tous les « *points to study* » pour élaborer le guide d'entretien du **Tableau V-4**.

Tableau V-4 : Guide d'entretien élaboré pour l'expérimentation du processus RACCP dans le contexte de convergence IT OT

Introduction
<p>Bonjour Monsieur X, je suis Emilie Bonnetto de la société Schneider Electric. Nous menons actuellement des démarches exploratoires pour identifier des axes possibles de création de nouvelles offres ou de nouvelles fonctions dans le périmètre des réseaux d'automatisme et des équipements qui y sont reliés. Comme indiqué au téléphone, je vous rencontre aujourd'hui, dans le cadre d'une étude que nous menons plus particulièrement dans le domaine des solutions d'automatisme et IT. Nous rencontrons des personnes qui ont la responsabilité des systèmes d'automatisme mais aussi des responsables IT pour identifier et comprendre quels sont leurs manières de travailler, leurs contraintes, leurs besoins à satisfaire.</p>
<p>Cette étude s'inscrit pour nous dans le cadre d'une démarche de compréhension globale de votre activité pour être en mesure d'identifier des solutions permettant d'en améliorer son efficacité. Aujourd'hui, cette démarche n'a évidemment aucun caractère commercial. Nous n'avons rien à vendre dans le cadre de cette démarche.</p>
<p>Cet entretien est strictement confidentiel et durera environ 1 heure. Votre nom ne sera ni énoncé ni écrit dans les différentes phases de cette étude. Votre interview viendra enrichir ceux des autres.</p>

L'analyse effectuée en sera globale et, pour ne pas perdre d'information et être bien à votre écoute, chaque entretien est enregistré. Mon rôle est de vous poser quelques questions, et surtout de vous écouter. Si toutefois vous aviez quelques questions, nous pourrions consacrer quelques minutes en fin d'entretien et je vous répondrai autant que possible si j'ai les réponses. Si je ne peux pas, j'en prendrai note pour les transmettre à la personne concernée qui vous répondra. Je suis donc ici pour recueillir votre expérience, vos opinions et vos perceptions. Avez-vous des questions relatives à ce que je viens de vous expliquer ? Bien, nous allons commencer l'entretien proprement dit. Je vous laisse vous présenter : fonction, rôle, mission dans l'entreprise.

### Question générale

Quels acteurs sont impliqués par la convergence IT OT au sein des entreprises clientes? Comment sont-ils reliés et quels sont leurs besoins ?

Thèmes de discussion	Questions ouvertes	Points to study
<b>Architecture structurelle et fonctionnelle OT et IT</b>	<b>(Pour acteur OT)</b> Quelles sont toutes les machines dans votre usine/procédé/sur votre site? A quoi sont-elles dédiées ?	1.1 ; 1.6 ; 1.8 ; 1.10 ; 1.16
	<b>(Pour acteur OT)</b> Quelles sont les machines qui reçoivent des ordres de production? Des gammes de fabrication? Autres ? Quelles sont les machines que vous surveillez (ex : mesures des temps de fonctionnement)? Quelles autres données sont remontées ?	1.3 ; 1.5 ; 1.12
	<b>(Pour acteur OT)</b> Quelles sont les applications IT liées (ex : ERP, MES, GMAO, autres ?) à ces machines? Où sont hébergés les serveurs ?	1.2 ; 1.7
	<b>(Pour acteur OT)</b> Si l'OT et l'IT sont connectés : Comment se font les échanges de données (manuellement/en automatique) ?	1.4
	<b>(Pour acteur IT)</b> Quelles sont toutes vos applications informatiques? A quoi sont-elles dédiées ?	1.1 ; 1.9 ; 1.17
	<b>(Pour acteur IT)</b> Quelles sont les applications IT qui envoient des ordres de production, gammes de fabrication, des ordres de maintenance ? Autres ?	1.3 ; 1.5 ; 1.11
<b>Valeur ajoutée de la connexion entre l'IT et l'OT</b>	Quels sont les indicateurs de performance que vous souhaitez améliorer ?	2.3
	De quelle façon une connexion entre les systèmes d'automatisme et les applications informatiques peuvent vous permettre d'atteindre vos objectifs ?	1.13 ; 1.15 ; 2.1 ; 2.2 ;
<b>Evolution des connexions entre l'OT et l'IT</b>	<i>Si l'OT et l'IT ne sont pas connectés</i> : de quelle façon faudrait-il procéder pour réaliser la connexion? Pourquoi?	1.14 ; 2.4
	<i>Si l'OT et l'IT ne sont pas connectés</i> : que pensez-vous du « Cloud Computing » ? Que pensez-vous d'une architecture intergicielle type « EAI »? Pourquoi? Quels sont vos critères de choix ?	1.14 ; 2.4 ; 3.5
	<i>Si l'OT et l'IT ne sont pas connectés</i> : quels acteurs permettraient de réaliser la connexion?	3.2
	<i>Si l'OT et l'IT sont connectés</i> : est-ce que cette connexion vous permet d'atteindre vos objectifs?	3.3

	Si l'OT et l'IT sont connectés : quels sont les problèmes (sous jacents : techniques et humains) que pose cette connectivité? Pourquoi?	2.3
<b>Chaine de valeur OT et IT</b>	Qui installe, conçoit et exploite les différentes machines/équipements de votre procédé? Quelles sont les situations d'interaction entre ces personnes?	3.1
	Qui installe, conçoit et exploite les différentes applications informatiques en lien avec le process? Quelles sont les situations d'interactions entre ces personnes ?	3.1
	Quel impact aurait (ou a eu) les connexions entre les systèmes d'automatisme et IT sur les équipes associées ?	4.1 ; 4.2
<b>Personas impactés par la convergence IT OT</b>	Comment positionnez-vous votre rôle par rapport aux problématiques de connectivité soulevées? Quelles sont vos priorités par rapport à cette connexion ?	3.7
	Qui sont les autres acteurs impliqués dans ces problématiques? Quelles sont leurs priorités par rapport à cette connexion ?	3.4 ; 3.7 ; 4.3 ; 4.4 ; 4.5 ; 4.6
	Qui a la capacité de prescrire ou d'imposer les choix technologiques? Comment?	3.6 ; 3.8

### Conclusion et remerciements

Notre entretien est maintenant terminé. Merci pour la richesse de ce que vous nous apportez à travers votre partage d'expérience et vos opinions. En particulier, voilà les 2 ou 3 points que j'ai particulièrement retenu à l'égard du besoin de lien entre le système de production et le système d'information de l'entreprise.

#### 12.1.4 Réalisation des entretiens clients

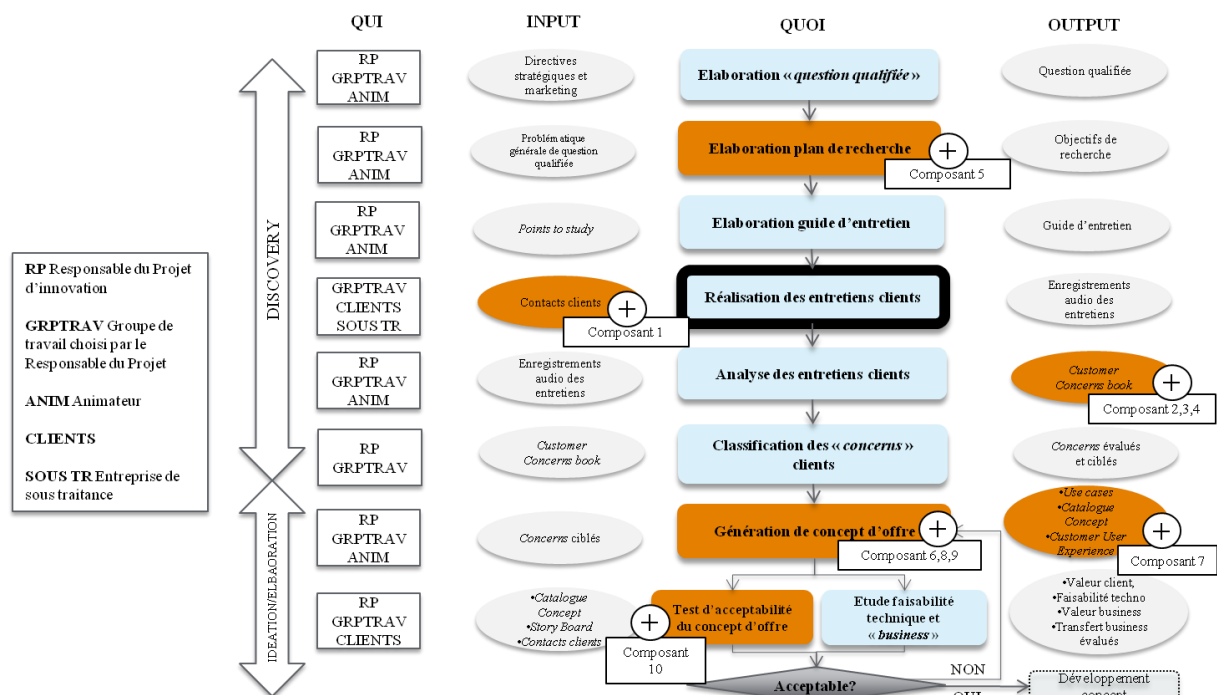


Figure V-8 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « Réalisation des entretiens clients » dans le processus RACCP

La doctorante a réalisé une campagne d'entretiens semi-directifs auprès d'acteurs au sein de 14 entreprises clientes de fournisseurs d'automatisme industriel. Ces entreprises sont réparties selon les 3 segments de marché étudiés : entreprises manufacturières, entreprises mettant en œuvre des procédés industriels ou infrastructures. Les acteurs interrogés ont des responsabilités par rapport aux phases de cycle de vie : conception/installation et/ou exploitation/modification. Ces phases peuvent concerner les systèmes OT ou IT.

Le **Tableau V-5** recense les entretiens réalisés. Au total, 16 acteurs chargés d'une ou plusieurs phases du cycle de vie OT et 13 acteurs chargés d'une ou plusieurs phases du cycle de vie IT ont été rencontrés. La doctorante a stoppé les entretiens lorsque l'information récoltée se répétait. Les informations extraites sont en lien avec les objectifs de recherche (ex : difficultés clients, caractéristiques des acteurs impactés par la convergence, relations entre acteurs). Ce phénomène de répétition montre l'atteinte d'un point de saturation. Ce phénomène est un premier indicateur de complétude des informations récoltées.

Par ailleurs, des études ont été menées pour évaluer la représentativité des analyses marketing. Pour chacun des segments de marché « entreprises manufacturières » et « Infrastructures », 8 acteurs ont été interrogés. Griffin et Hauser (1993) indiquent qu'un tel nombre de personnes interrogées permet de recueillir environ 60% des informations attendues. Pour le segment de marché « Entreprises de type procédé », 13 acteurs ont été interrogés. Près de 80% des informations attendues sont alors supposées avoir été recueillies.

Ainsi, la doctorante peut alors estimer la complétude des informations récoltées comme satisfaisante.

**Tableau V-5 : Synthèse des acteurs ayant fait l'objet d'entretiens**

<b>Segment de marché</b>	<b>Entreprises</b>	<b>Acteurs interrogés</b>	<b>Phase du cycle de vie OT ou IT où intervient l'acteur</b>
Entreprises manufacturières	Schneider Electric (Carros)	2 acteurs OT	Conception et Installation
		1 acteur OT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
		2 acteurs IT	Conception et Installation ; Exploitation et Modification
		1 acteur IT	Conception et Installation
	Schneider Electric (Pacy)	1 acteur OT	Conception et Installation
	NTN-SNR	1 acteur OT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
Entreprises de type procédé	Albioma	1 acteur IT	Conception et Installation ;
	Véolia Eau	1 acteur IT	Conception et Installation
		1 acteur OT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
	Lyonnaise des Eaux	1 acteur OT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
	OTV CAD Eau	1 acteur OT et IT	Conception et Installation ;
	Everdyn	1 acteur IT	Conception et Installation
	Les Salins du Midi	1 acteur OT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
EAI Tricot (OT)	Président	∅	



	Degrémont	1 acteur OT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
	Arkopharma	2 acteurs IT	Conception et Installation
	Malongo	1 acteur IT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
		1 acteur OT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
Infrastructures	Aéroport de Nice	2 acteurs IT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
		1 acteur OT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
	Aéroport de Lyon	2 acteurs OT	Exploitation et modification
		1 acteur OT	Conception et Installation ; Exploitation et modification
		1 acteur OT	Conception et Installation
		1 acteur IT	Conception et Installation

Par choix, les personnes interrogées sont celles en charge de mettre en œuvre des démarches d'amélioration continue de l'organisation industrielle, des outillages et des processus de production. Ce niveau de responsabilité correspond à celui d'un ingénieur (Apec, 2016). Ainsi, ils sont donc intéressés par les concepts d'offre en lien avec la convergence IT OT afin de comprendre s'ils répondent à leurs objectifs d'amélioration. Des acteurs dont la responsabilité est équivalente ont également été interrogés pour le segment de marché : infrastructures. Ce type d'acteurs est susceptible de ressentir des difficultés et des réticences liées à la convergence IT OT. De plus, leur rôle sera d'apporter des solutions pour répondre à ces difficultés.

Les ingénieurs peuvent se retrouver dans plusieurs fonctions d'entreprise. Plus précisément, les entretiens clients ont ciblé des fonctions où des « *concerns* » liés à la convergence IT OT peuvent être recensés :

- Production.
- Maintenance.
- Méthodes.
- Informatique.
- Automatisation industrielle.

Les entretiens ont fait l'objet d'un enregistrement audio. Ces enregistrements ont été retranscrits mot à mot par une entreprise sous-traitante qui est : « *AMK France* ». Ces transcriptions facilitent ensuite l'étape d'analyse des entretiens.

## 12.1.5 Analyse des entretiens clients

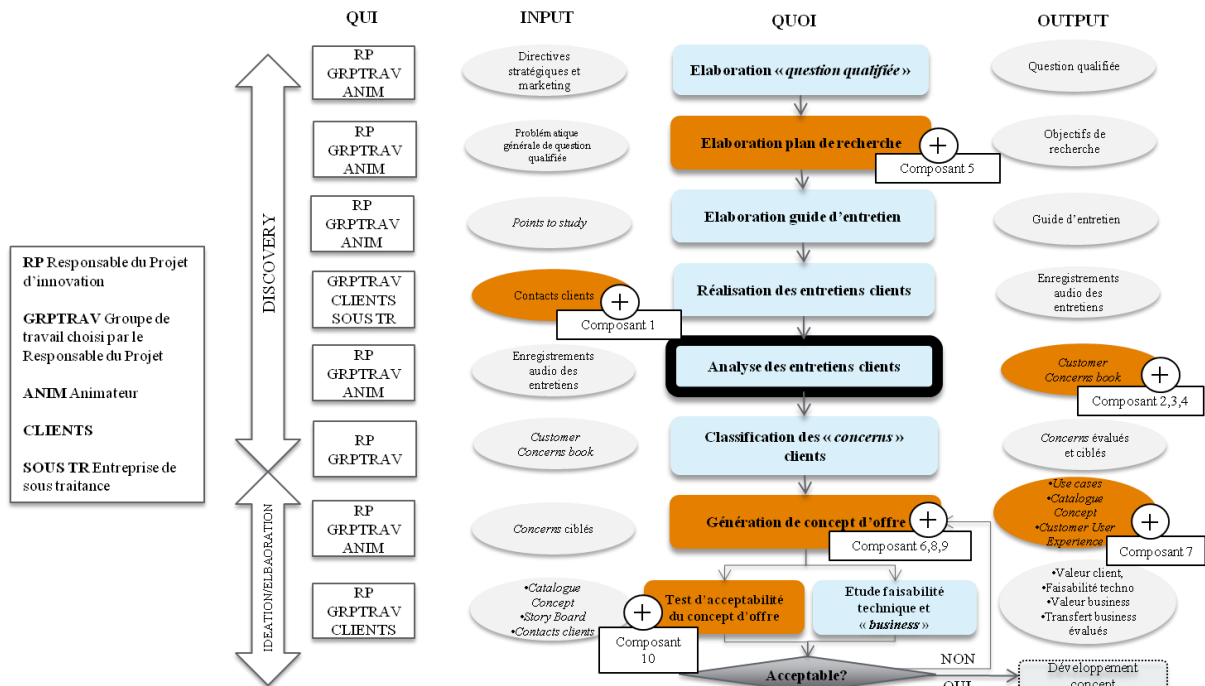


Figure V-9 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « Analyse des entretiens clients » dans le processus RACCP

### • Extraction de verbatims clients

Pour cette étape, le travail de thèse a consisté à associer les verbatims clients aux 4 objectifs du plan de recherche. La doctorante a utilisé le logiciel « Dixit » développé par l'entreprise Ixiade afin de faciliter cette association. Le logiciel permet de surligner avec un code couleur les verbatims en lien avec l'objectif. Un exemple d'association de verbatims aux différents objectifs du « plan de recherche » est donné sur la Figure V-10.

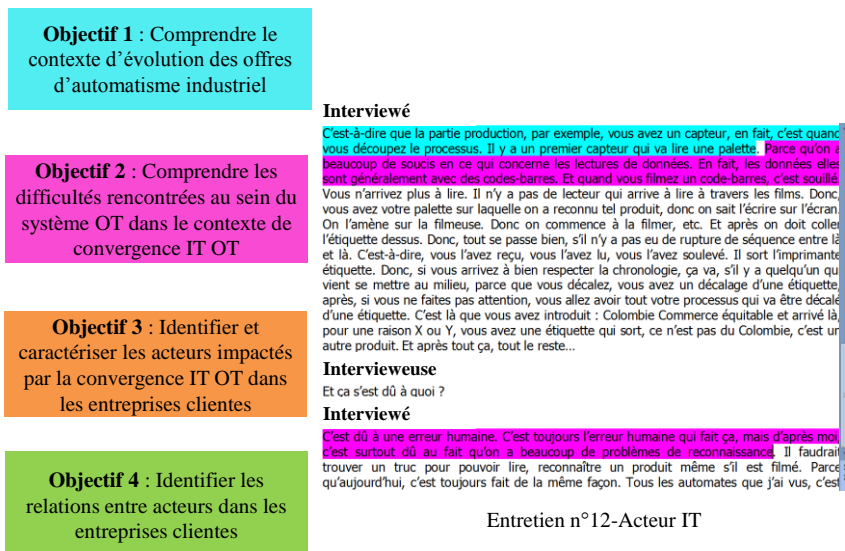


Figure V-10: Exemple d'association de verbatims clients aux objectifs du plan de recherche pour l'entretien n°12

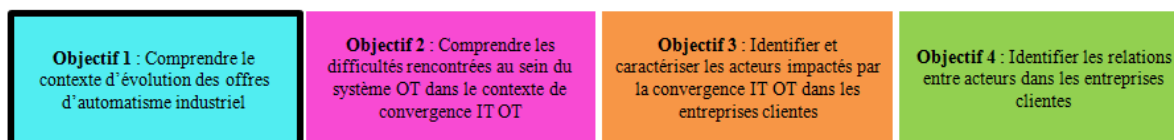
Tout segment de marché confondu, cette extraction a permis de générer 726 verbatims. Le logiciel « *Dixit* » permet de filtrer les verbatims par objectif de recherche. Le **Tableau V-6** synthétise le nombre de verbatims obtenus par objectif de recherche.

**Tableau V-6: Nombre de verbatims obtenus par objectif de recherche**

Objectif de recherche	Nombre de verbatims associés
1	276
2	110
3	165
4	175

Ces 4 groupes de verbatims permettent de répondre aux différents « *objectifs de recherche* ».

✓ « *Objectif de recherche* » 1 : Représentation des architectures clientes



**Figure V-11 : Mise en évidence de l'objectif 1 par rapport aux 4 « *objectifs de recherche* »**

Le but de cet objectif 1 est de représenter les architectures clientes afin de positionner un « *Customer Concern* » par rapport à ces représentations (voir variable « *Impact sur l'architecture* » du composant 2). Un concepteur en innovation (RP) a aidé la doctorante pour les étapes de la phase « *Discovery* ». Ce RP est également un expert dans la définition des architectures clientes. Une de ses précédentes fonctions au sein d'un fournisseur d'automatisme a été « *Offer Manager* ». Le rôle d'un « *Offer Manager* » est de comprendre les besoins clients pour concevoir des architectures génériques qui y répondaient. Sa fonction a ensuite consisté à adapter et personnaliser chaque architecture au segment de marché industriel et au type d'entreprise cliente considérée. Les segments de marché étudiés par le RP sont ceux ciblés pour ce travail de thèse : les entreprises manufacturières, les entreprises mettant en œuvre des processus industriels et les infrastructures. Ainsi, le RP possédait déjà des représentations génériques des architectures clientes pour les différents segments. Ces dernières intégraient uniquement les fonctions OT. La doctorante et le RP ont donc lu les 276 verbatims pour valider ces représentations existantes et les compléter avec les fonctions IT. Par la suite, un travail de validation a été mené. Le RP et la doctorante ont présenté les architectures obtenues à trois catégories d'experts :

- **Trois gestionnaires de comptes** (« *Key Account Manager* » (KAM)) d'un fournisseur d'automatisme industriel. Leur rôle est de gérer et développer le portefeuille de clients grands comptes. Il a donc pour rôle de conduire les négociations commerciales (en B to B) auprès de ses clients en vue de reconduire à minima les contrats existants, mais surtout pour développer de nouveaux accords. Chaque gestionnaire de compte interrogé s'intéresse aux comptes clients appartenant à un des trois segments de marché ciblés.
- **Deux directeurs de la technologie** (« *Chief Technnological Officer* » (CTO)) d'un fournisseur d'automatisme industriel. Leur rôle est de surveiller l'émergence de nouvelles technologies et d'évaluer leur potentiel pour être intégrées dans de nouveaux produits ou services.
- **Dix managers d'offre** (« *Offer Manager* ») du même fournisseur d'automatisme industriel. Pour rappel, leur rôle est de comprendre les besoins clients pour concevoir des architectures

génériques qui y répondent. Leur fonction consiste ensuite à adapter et personnaliser chaque architecture au segment de marché industriel et au type d'entreprise considérée.

Toutes les personnes interrogées ont validé les architectures qui leur ont été présentées. Aucune n'a suggéré de modification majeure. Leurs commentaires permettent d'instancier les architectures génériques présentées par rapport à certaines architectures existantes et connues dans les entreprises clientes.

Les paragraphes suivants permettent de présenter les architectures obtenues et validées. Ainsi, le système OT des entreprises clientes peut être décomposé suivant :

- **La partie opérative (PO).** Pour rappel, la partie opérative (PO) (Sindjui, 2014) désigne l'ensemble des systèmes matériels permettant au système industriel de fabriquer les produits finis ou de fournir des services. Les composants de la partie opérative (PO) des différents types d'entreprise sont décrits dans le **Tableau V-7**.
- **La partie commande (PC).** La partie commande (PC) (Sindjui, 2014) a été définie comme un système relais entre l'opérateur et le procédé de production de biens et services.

Décrire la partie opérative (PO) permet de comprendre la finalité du système OT. Ainsi, pour chaque segment de marché, il est possible de proposer une description de la partie opérative (PO). Cette définition sera utile pour décrire la variable « *Impact sur l'architecture* ».

**Tableau V-7 : Description de la partie opérative des entreprises suivant les segments de marché**

Segment de marché	Sous-fonctions de la partie opérative (PO)	Description sous-fonctions de la partie opérative (PO)
Entreprises manufacturières	Production (ou « <b>Production</b> »)	Cette sous-fonction est dédiée à la fabrication de produits finis (exemple : vêtements, roulements à billes, appareils électroniques). Des machines destinées permettent de transformer (« <b>transforming</b> ») la matière première ou d'assembler (« <b>assembly</b> ») des composants (en automatique, en semi-automatique). L'assemblage peut également s'effectuer en manuel et ne nécessite donc pas de machines dédiées.
	Logistique (ou « <b>Logistic</b> »)	Des machines permettent le conditionnement (« <b>packing</b> ») et la manutention (« <b>handling</b> ») des produits finis.
	Gestion des infrastructures (ou « <b>Utilities</b> »)	Les machines présentes ici ont pour but la <b>gestion des consommables</b> (eau, air, gaz, électricité) pour faire fonctionner les bâtiments et plus spécifiquement les machines d'une entreprise manufacturières.
Entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type : « <i>biens de consommation</i> »)	Production (ou « <b>Production</b> »)	Cette sous-fonction est dédiée à la fabrication de produits finis ou à la transformation de matière au travers d'un processus (« <b>process</b> ») traitant des lots de matière.
	Logistique (ou « <b>Logistic</b> »)	Des machines permettent le conditionnement (« <b>packing</b> ») et/ou à la manutention (« <b>handling</b> ») des produits finis ou de la matière en transformation.
	Gestion des infrastructures (ou « <b>Utilities</b> »)	Les machines présentes ici ont pour but la <b>gestion des consommables</b> (eau, air, gaz, électricité) pour faire fonctionner les bâtiments et plus spécifiquement les

		machines de l'entreprise en question.
Entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type : « mise à disposition d'un service »)	Production (ou « <b>Production</b> »)	Cette sous-fonction est dédiée à la transformation de matière au travers d'un processus continu (« <b>process</b> »).
	Logistique (ou « <b>Logistic</b> »)	Nous retrouvons ici des machines destinées au conditionnement (« <b>packing</b> ») et/ou à la manutention (« <b>handling</b> ») des produits finis.
	Gestion des infrastructures (ou « <b>Utilities</b> »)	Les machines présentes ici ont pour but la <b>gestion des consommables</b> (eau, air, gaz, électricité) pour faire fonctionner les bâtiments et plus spécifiquement les machines de l'entreprise en question.
Les infrastructures	Fonction spécifique de l'environnement technique (ou « <b>Dedicated functions</b> »)	Les infrastructures mettent en œuvre des sous-systèmes conçus à des fins spécifiques. Dans le cas des aéroports, les sous-systèmes (« <b>sub-systems</b> ») sont par exemple : la manutention des bagages ou la gestion des accès aux avions.
	Gestion des infrastructures (ou « <b>Utilities</b> »)	Les machines présentes ici ont pour but la <b>gestion des consommables</b> (eau, air, gaz, électricité) pour faire fonctionner les bâtiments et plus spécifiquement les machines de l'entreprise en question.

La description des sous-fonctions de la partie opérative (PO) permet de justifier les représentations des architectures. L'architecture a été définie comme la structure des systèmes OT et IT présents ainsi que leurs liens au sein des entreprises clientes. Ces entreprises clientes font partie de trois différents types de segment de marché. Leur partie opérative diffère selon ces segments (voir **Tableau V-7**). Par conséquent, l'architecture dépend donc du segment de marché considéré. Les modèles des architectures suivants ont été élaborés. Les **Figure V-12**, **Figure V-13**, **Figure V-14** et la **Figure V-15** permettent de présenter ces architectures.

## ▪ Entreprises manufacturières

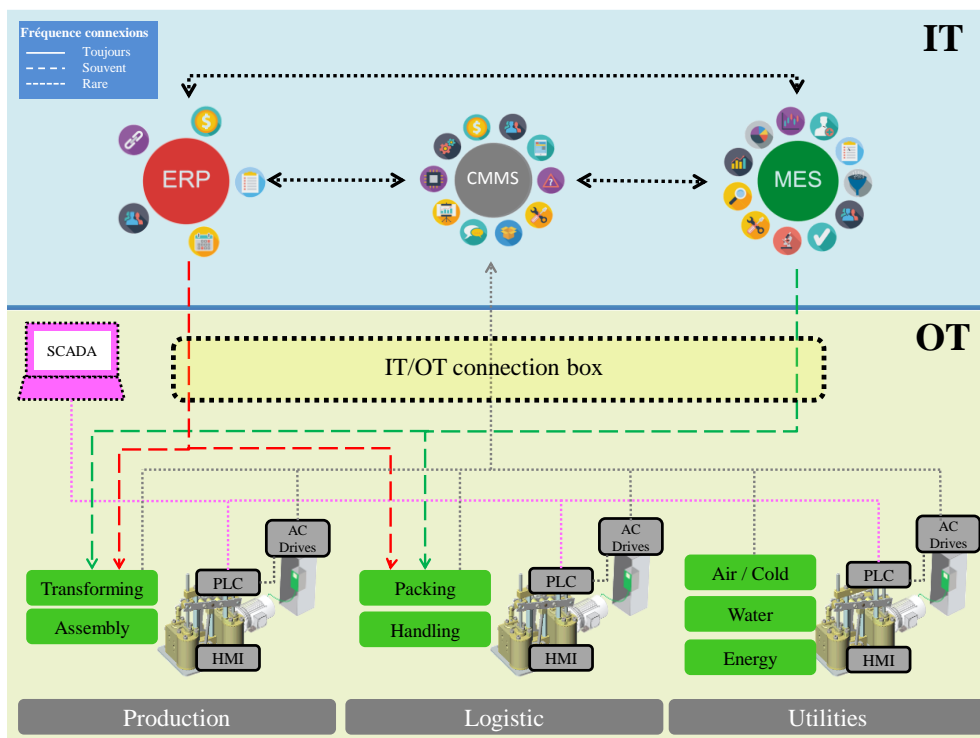


Figure V-12: Architecture présente dans les entreprises manufacturières

- Quelles entreprises aident les entreprises manufacturières dans la phase de conception et installation des systèmes OT ?

Les machines présentes dans les sous-fonctions de la partie opérative (production, logistique, gestion des infrastructures) utiles à la transformation (« transforming »), l'assemblage (« assembly »), le conditionnement (« packing ») et la manutention des produits finis (« handling ») peuvent être conçues par les entreprises manufacturières elles-mêmes ou sous-traitées à des fabricants de machines (OEM). Pour illustration, l'entreprise NTN SNR fabrique elle-même les machines utiles à la fabrication des roulements à billes.

En général, les machines de la partie logistique sont sous-traitées à des fabricants de machines. Les machines dites de gestion d'infrastructure sont installées au sein des entreprises manufacturières par des entreprises spécialisées appelées « systèmes intégrateurs » (SI).

- Quels sont les composants de la partie commande (PC) présents au sein des entreprises manufacturières ?

Il est rare de trouver une usine équipée de machines contrôlées et commandées par le même fournisseur d'automatisme industriel. Le choix des machines à intégrer sur les lignes de fabrication se fait en fonction de la correspondance aux exigences de production.

Au pied des machines se trouvent également des interfaces homme-machines (HMI).

Dans ces usines, la fonction « Supervisory Control and Data Acquisition » (SCADA) n'est pas souvent présente.

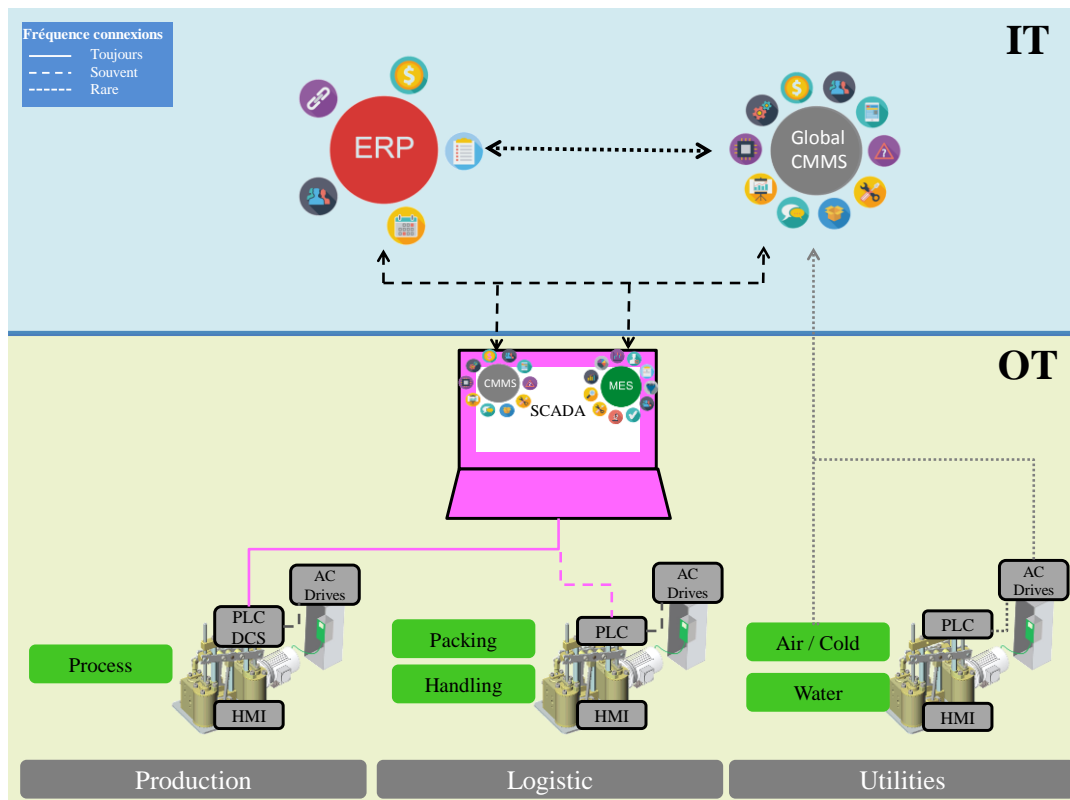
- Quelles sont les connexions entre les composants OT et IT ?

Les machines de production (transformation (« transforming ») et assemblage (« assembly ») sont souvent connectées aux fonctions MES et ERP. Cette connexion consiste à échanger des données

comme des « *ordres de production* » ainsi que les « *nomenclatures et gammes de fabrication* » (voir **Figure II-5**).

La fonction SCADA peut également être un moyen d'établir la connexion entre les machines de production et les fonctions MES et ERP. Ainsi, les entreprises manufacturières mettent en place un dispositif informatique qui permet cette connexion. Ce dernier peut être conçu par l'entreprise manufacturière ou par des entreprises extérieures. Dans la **Figure V-12**, il est appelé : « *IT/OT connection box* ». Le fonctionnement des composants comme les variateurs de vitesse à courant alternatif (« *AC Drives* ») est tracé par la fonction GMAO (« *CMMS*<sup>27</sup> »). Le but est de cette traçabilité est d'intégrer les actions de maintenance préventive dans la planification de production. Le nombre d'opérations mécaniques de la machine ou le temps de fonctionnement réel des machines sont alors remontés au logiciel de GMAO (« *CMMS* »). La plupart du temps, les composants comme les variateurs de vitesse sont connectés en filaire aux machines.

- **Entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type « *biens de consommation* »)**



**Figure V-13 : Architecture présente dans les entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type « *biens de consommation* »)**

- *Quelles entreprises aident les entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type « *biens de consommation* ») dans la phase de conception et installation des systèmes OT ?*

Dans la sous-fonction de la partie opérative « *Production* », les marques des automatismes présents sont hétérogènes. Dans la plupart des cas, cette partie est conçue par l'entreprise mettant en œuvre des processus industriels avec l'aide d'entreprises expertes dans l'ingénierie de procédé (appelées entreprises EPC (« *Engineering Procurement and Construction* »)). Les sous-fonctions « *logistique* »

<sup>27</sup> CMMS : « *Computerized Maintenance Management System* » (voir liste d'abréviations).

(« *logistic* ») et « gestion des infrastructures » (« *utilities* ») sont souvent fournies par des constructeurs de machines (OEM) ou des systèmes intégrateurs (SI). Pour illustration, Malongo (entreprise agroalimentaire) achète le système de torréfaction (partie « production ») à une entreprise EPC appelée Probat. Les machines d'étiquetage (partie « logistique ») sont fournies par Zetes (OEM). Par ailleurs, la Lyonnaise des Eaux (entreprise de traitement des eaux) sous-traite les installations de traitement (partie « Production ») à Degrémont (EPC). Les machines de séchage des boues (partie « logistique ») sont fournies par Alpha Laval (OEM).

- *Quels sont les composants de la partie commande (PC) présents au sein des entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type « biens de consommation ») ?*

Pour le processus de production, la fonction SCADA est toujours présente. Des exemples de marques pour cette fonction sont : Win CC, PC Vue, TopKapi ou Wonderware.

Le SCADA peut intégrer les fonctions MES et/ou GMAO (« *CMMS* ») :

Malongo est une entreprise fabriquant du café. Par exemple, l'ERP de cette entreprise envoie un « ordre de production » à l'installation de torréfaction du café. Cet ordre est réceptionné par la fonction SCADA qui y associe des informations supplémentaires comme : la quantité de café à torréfier, le numéro de lot de café à torréfier, les paramètres des étapes de torréfaction à réaliser, le numéro de ligne de fabrication attribuée pour la torréfaction, le type de café à mélanger. Pendant les opérations, les automates programmables industriels de la ligne remontent des informations au SCADA. Ces informations peuvent être : les évolutions des paramètres de production (température, état des actionneurs), les mouvements des stocks, la durée de torréfaction d'un lot de café. Cette association d'informations ainsi que cet échange d'informations sont traditionnellement assurés par la fonction MES (voir **Figure II-5**).

Par ailleurs, Véolia est une entreprise de traitement des eaux. Le procédé de production de cette entreprise remonte des données (exemple : débits d'eau dans le réseau d'eau) vers le SCADA. Cette information permet de repérer les fuites d'eau et donc de déclencher une action de maintenance. Parmi les installations mises en place par l'entreprise EPC (ici l'entreprise EAI Tricot), des données de la partie production (exemple : les temps de fonctionnement des équipements ou les arrêts machines) sont remontées vers le SCADA pour permettre la planification d'actions de maintenance préventive. Le SCADA peut ainsi remplir la fonction d'une GMAO (« *CMMS* »).

- *Quelles sont les connexions entre les composants OT et IT ?*

Le processus de production est toujours connecté à la fonction SCADA. Cette dernière est souvent connectée aux fonctions ERP et GMAO (« *CMMS* »). Dans ce cas, la fonction GMAO n'est pas intégrée au SCADA. Cette fonction GMAO peut également capter des données provenant de la sous-fonction « *Gestion des infrastructures* ». Elle sera appelée dans la **Figure V-13** et la **Figure V-14** « *GMAO globale* » (« *Global CMMS* »). Mais cette connexion est rare. Les machines ou installations de la sous-fonction de la partie opérative (« *Logistique* ») sont souvent connectées aux fonctions IT.



- Entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type « mise à disposition d'un service »)

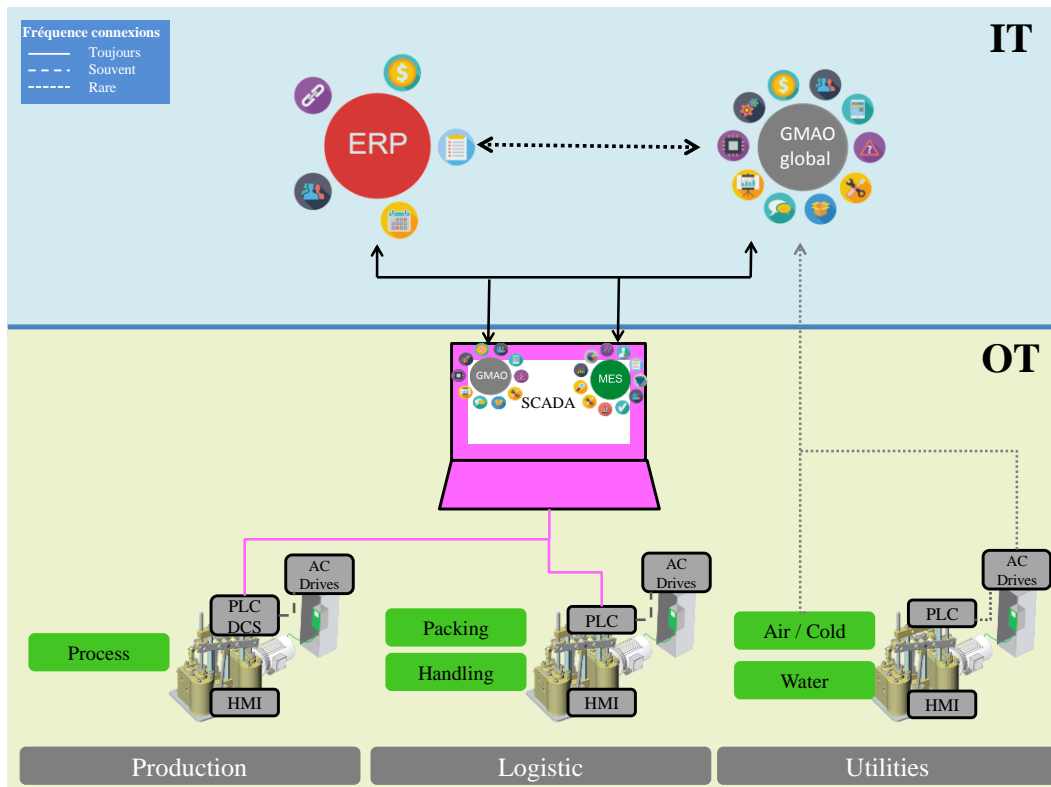


Figure V-14 : Architecture présente dans les entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type « mise à disposition d'un service »)

Les différences majeures à noter dans ce type d'entreprise par rapport aux entreprises mettant en œuvre des processus industriels de type « biens de consommation » sont :

- L'emploi préférentiel de DCS pour la partie « Production ». Un DCS (« Distributed Control System») est un système de commande qui envoie des ordres à différentes parties d'une machine ou installation. Au lieu de disposer d'un système de commande qui contrôle toutes les machines, chaque partie d'une même machine ou installation possède son propre système de contrôle des opérations.
- La connexion systématique entre la fonction SCADA et les installations de la partie « Logistique ».
- La connexion systématique entre la fonction SCADA et les fonctions ERP et GMAO (« CMMS »).

## ▪ Infrastructure

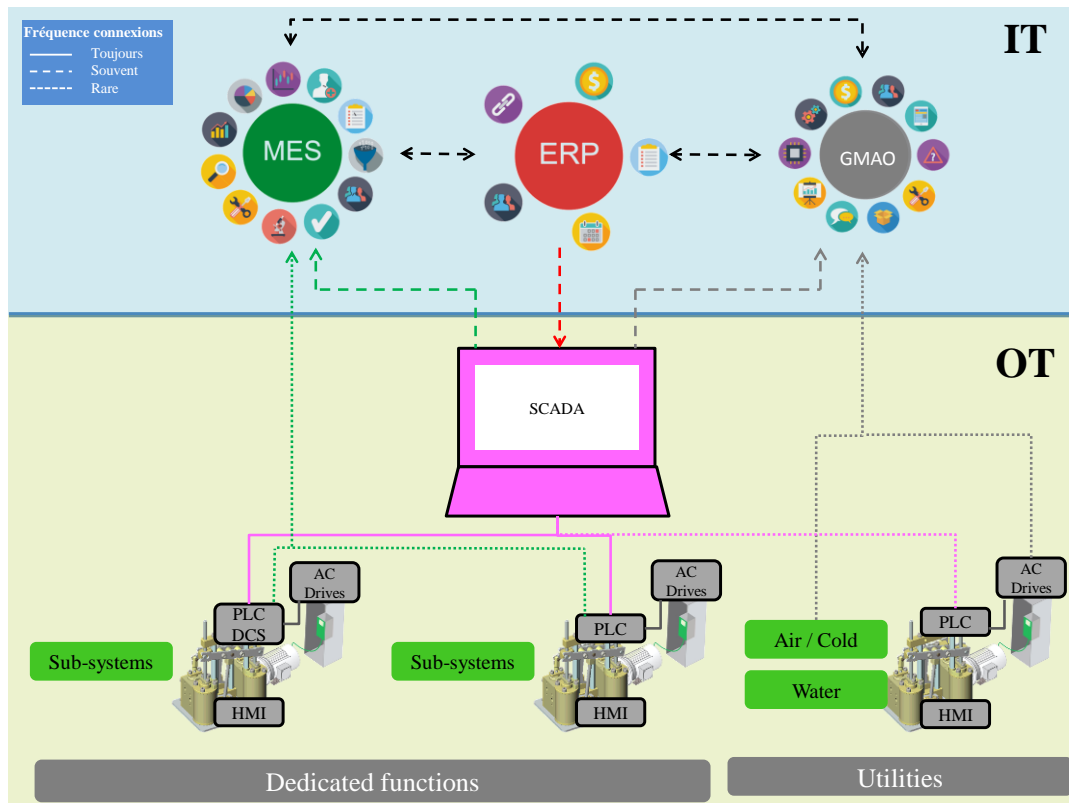


Figure V-15 : Architecture présente dans les infrastructures

- Quelles entreprises aident les entreprises de type « infrastructures » dans la phase de conception et installation des systèmes OT ?

Les machines des environnements techniques dits « dédiés » (« *dedicated functions* ») sont conçues par des constructeurs de machines (OEM) ou par des systèmes intégrateurs (SI). Elles intègrent des automates programmables industriels pouvant provenir de différents fournisseurs. Pour illustration, l'environnement technique « *tri bagage* » de l'Aéroport de Nice ou de l'Aéroport de Lyon est fourni par le constructeur de machines « *Alstef* » qui équipe ses machines d'automates « *Siemens* ». Dans les deux cas, le système de distribution d'énergie électrique ou le système d'accès aux avions sont équipés d'automates programmables industriels « *Schneider Electric* ».

- Quels sont les composants de la partie commande (PC) présents au sein des entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type « *biens de consommation* ») ?

Chaque environnement technique dispose d'interfaces homme-utilisateur (HMI) ainsi que de la fonction SCADA. Les variables surveillées par la fonction SCADA sont spécifiques à l'environnement technique (exemple : énergie électrique consommée des convoyeurs pour le système de tri des bagages).

- Quelles sont les connexions entre les composants OT et IT ?

La partie opérative (PO) « gestion des infrastructures » (« *utilities* ») est rarement reliée au SCADA. Parfois, les environnements techniques sont directement reliés aux fonctions IT sans passer par la fonction SCADA.

Les fonctions IT comme le MES, ERP ou GMAO (« *CMMS* ») sont présents pour le segment de marché infrastructures. Cependant, la description précise des fonctions doit être adaptée car le but des

entreprises n'est pas de fournir un produit tangible mais un service. Dans le cas d'un aéroport, la fonction MES permet de diriger les passagers circulant sur l'autoroute vers les parkings de l'aéroport qui ne sont pas complets. Les passagers sont renseignés à l'aide de messages envoyés et affichés sur des panneaux signalétiques se situant sur l'autoroute.

Par ailleurs, l'ERP peut constituer un outil d'aide opérationnel (exemple : gestion comptable de stocks de composants pour la maintenance de machines) ou un outil d'aide administratif (exemple : facturation auprès de fournisseurs pour un projet de rénovation de terminal d'embarquement).

La variable « *Impact sur l'architecture* » du modèle de description des « *Customer Concerns* » consiste à positionner la difficulté ressentie par les acteurs par rapport aux architectures présentées ci-dessus.

### ✓ Objectif de recherche 2 : Instanciation du modèle de description des « *Customer Concerns* »

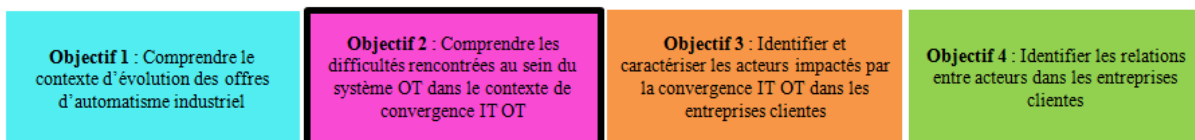
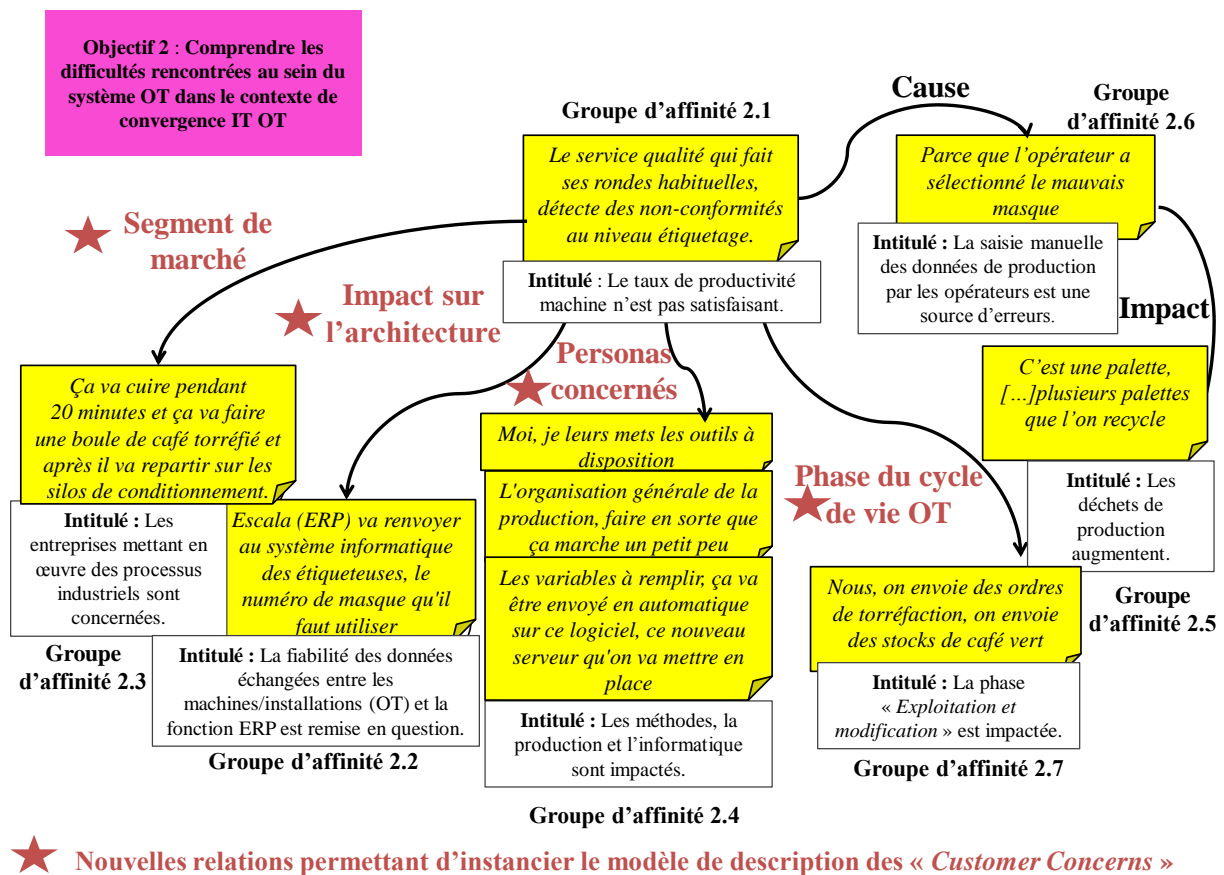


Figure V-16 : Mise en évidence de l'objectif 2 par rapport aux 4 « *objectifs de recherche* »

#### ▪ Illustration de la méthode d'instanciation

La doctorante et le concepteur en innovation ont suivi la méthode d'instanciation du modèle de description des CC explicitée dans la section 10. Ainsi, ils ont créé des relations entre groupes d'affinité de l'objectif 2 pour instancier le modèle de description des « *Customer Concerns* ». Pour rappel, l'objectif 2 est « *comprendre les difficultés rencontrées au sein du système OT dans le contexte de convergence IT OT* ». 110 verbatims y ont été associés. Pour des raisons de lisibilité, un ou plusieurs verbatims ont été sélectionnés par groupe d'affinité et apparaissent sur la **Figure V-17**. Le but est d'illustrer la démarche d'instanciation des « *Customer Concerns* ».



**Figure V-17 : Exemples de verbatims associés à l'objectif de recherche 2**

En fonction des verbatims de chaque groupe d'affinité de la **Figure V-17**, la doctorante reconstitue ci-dessous la démarche d'instanciation des variables descriptives d'un « *Customer Concern* ».

- **Titre : Difficulté d'améliorer le taux de productivité machine ou installation (groupe d'affinité 2.1).**

Les verbatims clients soulignent un problème à résoudre pour diminuer le nombre d'erreurs liées à la production des boîtes de café (type de café ou étiquette). Le titre du « *concern* » doit être suffisamment générique pour tenir compte de l'ensemble des verbatims du groupe d'affinité. Or, la **Figure V-17** ne montre qu'une partie de ces verbatims. Ainsi, la doctorante et le RP ont choisi le titre suivant : Difficulté d'améliorer le taux de productivité machine ou installation.

Dans ce cas, le taux de productivité peut être calculé en comparant le volume de production au volume maximal qui peut être produit par les machines ou installations pendant une période  $t$  considérée (Coudre, 2011). Pour illustration, un producteur industriel de café compare :

- Le nombre de boîtes de café effectivement produites (contenant le type de café attendu avec l'étiquette attendue).
- Le nombre maximal de boîtes de café (contenant le type de café attendu avec l'étiquette attendue) qu'il est possible de produire pendant une période de temps à définir.

- **Cause : La saisie manuelle des données de production par les opérateurs est une source d'erreurs (groupe d'affinité 2.6).**

Les verbatims et leur contexte permet de comprendre deux points :

- Le lancement de la préparation et de l'étiquetage des boites de café est réalisé manuellement.
- Cette activité manuelle est source d'erreurs : les données saisies pour lancer la fabrication et l'étiquetage ne sont pas celles attendues.

Le taux de productivité est alors négativement impacté. Comme pour le titre d'un « *concern* », il s'agit de considérer l'ensemble des verbatims pour instancier la variable « *cause* ». Ainsi, la doctorante et le RP ont renseigné cette dernière de la manière suivante : La saisie manuelle des données de production par les opérateurs est une source d'erreurs.

- **Impact : Diminution de la productivité globale de l'entreprise par une augmentation des déchets de production (groupe d'affinité 2.5).**

La productivité globale d'une entreprise dépend de la productivité de chacune des fonctions d'entreprise (ex : ressources humaines, achats, production). Ainsi, une diminution du taux de productivité de la fonction production (exemple : production de café) impacte la productivité globale.

- **Palliatif : Connexion des machines et installations de production à la fonction ERP (groupe d'affinité 2.2).**

Au sein de l'entreprise cliente et au moment des entretiens, des solutions sont en cours d'élaboration pour répondre au « *Customer Concern* » évoqué. Dans un premier temps, il est prévu une évolution sur les machines d'étiquetage. Le but est d'automatiser le lancement de l'étiquetage des boites de café. Les données habituellement saisies par l'opérateur seraient envoyées à partir de l'ERP directement sur l'étiqueteuse. Le palliatif est renseigné de manière générique en considérant l'ensemble des verbatims du groupe d'affinité 2.2.

- **Personas impliqués: Méthodes conception, Responsable production, Opérateur de production, Informatique (groupe d'affinité 2.4).**

Le titre des personas est justifié dans la section suivante. Renseigner la variable « personas impliqués » d'un « *Customer Concern* » nécessite d'avoir préalablement instancié le modèle de description des personas.

L'ensemble des verbatims du groupe d'affinité a permis d'identifier quatre personas concernés par la difficulté :

- Le persona « Méthodes conception ». La difficulté exprimée est liée à son rôle dans l'entreprise. Son objectif est de mettre en place les infrastructures, applications et services nécessaires au déploiement des processus de production. Ainsi, un problème de productivité relatif à ces mêmes infrastructures fait partie de son périmètre d'intérêt.
- L'impact du « *pain* » génère des insatisfactions pour le responsable production. La productivité des machines et installations est un indicateur de performance clé pour le persona. Cet indicateur est un moyen de jugement de ses activités.

- Le persona « informatique » est le persona impliqué dans la mise en place de palliatifs. La fonction ERP doit être connectée aux machines et installations en production. Cette connexion est sous la responsabilité du pôle informatique.
- L'opérateur de production est un persona clé. En effet, l'observation du déroulement de ses tâches permet d'expliquer la difficulté (voir cause).

- **Phase du cycle de vie concerné : Exploitation et modification (groupe d'affinité 2.7).**

L'ensemble des verbatims du groupe d'affinité 2.7 permet d'affirmer : le « *pain* » survient durant les phases opérationnelles du système OT à savoir pendant la phase « *exploitation et modification* ». Comme évoqué, cette macro-phase peut être scindée en 2 sous-étapes : « *opération et maintenance* » et « *mise à jour et migration* ». La sous-étape concernée est « opération et maintenance ». Pour rappel, l'objectif de cette sous-étape est : faire fonctionner les équipements et installations tout en minimisant le nombre de pannes.

- **Segments de marché concernés : entreprise mettant en œuvre des processus industriels (groupe d'affinité 2.3).**

Les verbatims illustrant la démarche d'instanciation des « *Customer Concerns* » sont extraits d'entretiens au sein d'une entreprise de production de café. Cette dernière se classe parmi les entreprises mettant en œuvre des processus industriels de type « *biens de consommation* ». L'ensemble des verbatims du groupe d'affinité 2.3 permet de corroborer cette association.

- **Entreprise(s) type(s) : Malongo.**

Malongo est un exemple type d'entreprise où un tel « *Customer Concern* » peut être identifié. La lecture des verbatims de l'ensemble des groupes d'affinité permet de lister de telles entreprises.

- **Impact sur architecture : Faible fiabilité des données échangées entre les machines/installations (OT) et la fonction ERP (groupe d'affinité 2.2).**

Pour spécifier l'impact sur l'architecture, la doctorante se réfère à la **Figure V-13** : Architecture présente dans les entreprises mettant en œuvre des processus industriels (type « biens de consommation ») Le « *Customer Concern* » peut se positionner sur la connexion technique entre l'OT et le SCADA et entre le SCADA et l'ERP. En effet, la fonction SCADA permet d'établir la connexion entre les machines de production et la fonction ERP. Cependant, cette connexion n'est pas systématique. Les données de production sont alors saisies manuellement (voir cause du « *Customer Concern* »).

- **Verbatim**

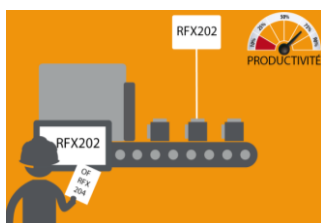
Parmi la liste de verbatims associée au « *Customer Concern* », deux verbatims ont été sélectionnés pour illustrer le « *concern* » de la fiche présentée dans la **Figure V-18**.

Les variables descriptives d'un « *Customer Concern* » ainsi instanciées aboutissent au « *Customer Concern* » n°23 décrit dans la **Figure V-18**.

## CC 23 : Difficulté d'améliorer le taux de productivité machine ou installation

« La partie étiquetteuse va évoluer. On veut supprimer les erreurs humaines et ne plus avoir à recycler 10, 50, 100 colis et palettes » (Méthodes conception, Malongo)

« Aujourd'hui malheureusement il y a encore la possibilité de se tromper et dire que sur la MR1 on veut du GR mais si le grilleur, l'opérateur de la torréfaction paramètre un Brésil à la place de GR (grande réserve) et bien on aura du Brésil. On n'a pas de moyens de contrôler que le flux qui arrive c'est bien du GR » (Méthodes conception, Malongo)



• **Causes** : La saisie manuelle des données de production par les opérateurs est une source d'erreurs.

• **Impacts** : Diminution de la productivité globale de l'entreprise par une augmentation des déchets de production

• **Palliatifs** : Connexion des machines et installations de production à la fonction ERP

• **Personas impliqués** : Méthode conception, responsable production, opérateur de production, informatique

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

• **Segments concernés** : Entreprise mettant en œuvre des processus industriels

• **Entreprise(s) type(s)** : Malongo

• **Impact sur architecture** : Faible fiabilité des données échangées entre les machines/installations (OT) et la fonction ERP

Figure V-18 : Fiche de description du CC n°23

### ▪ Vue adoptée pour l'expression d'un « Customer Concern »

La connexion technique IT OT peut être la source de difficultés pour différents types d'acteurs dans l'entreprise. Par exemple, une même difficulté peut amener à des « Customer Concerns » différents suivant le point de vue adopté. Le **Tableau V-8** illustre ce fait.

Tableau V-8: Expression d'un même "concern" par deux acteurs différents

	Entretien 1 : vue ingénieur	Entretien 2 : vue opérateur
<b>Caractéristiques d'un entretien</b>	-Entreprise interrogée : Entreprise de production de café -Position acteur : OT -Fonction : Ingénieur de production	-Entreprise interrogée : Entreprise de production de café -Position acteur : OT -Fonction : Opérateur de production
<b>Verbatim</b>	« Parce que l'opérateur a sélectionné le mauvais masque [...] le service qualité qui fait ses rondes habituelles, détecte une non-conformité au niveau étiquetage, bah, c'est une palette, enfin, des colis, une palette, plusieurs palettes que l'on recycle. ».	« La feuille est imprimée. Elle m'indique ce que je dois sélectionner comme masque pour les étiquettes de café. Mais ça peut m'arriver de prendre une mauvaise ou une ancienne feuille. Vous savez à la fin de la journée on n'a plus les yeux en face des trous. »

<b>Titre « Customer Concern »</b>	Difficulté d'améliorer le taux de productivité des machines ou installations.	Difficulté de gérer la saisie manuelle des données sur les machines et installations.
-----------------------------------	---	---

L'entretien 2 est un entretien fictif. Le verbatim associé a été imaginé grâce à des discussions informelles avec des opérateurs de production au sein d'entreprises clientes de fournisseur d'automatisme. Pour rappel, les personnes interrogées sont celles en charge de mettre en œuvre des démarches d'amélioration continue de l'organisation industrielle, des outillages et des processus de production. Ainsi, la vue « *ingénieur* » est adoptée. Il est possible de noter qu'il y a un lien de cause à effet entre les verbatims de l'entretien 1 et l'entretien 2. Sans interroger les opérateurs, il s'agit de repérer la cause du « *concern* » dans le discours des ingénieurs interrogés. Par conséquent, la vue « *opérateur* » n'est pas occultée. Elle apparaît dans la variable « *cause* » du « *Customer Concern* » : Difficulté d'améliorer le taux de productivité des machines ou installations.

▪ **Résultats de la démarche d'instanciation des « Customer Concerns »**

Le **Tableau V-9** liste le titre des 28 « *Customer Concerns* » identifiés après l'analyse des interviews auprès des 14 entreprises évoquées. Les fiches relatives aux 28 « *Customer Concerns* » sont présentées en annexe<sup>o</sup>1.

**Tableau V-9 : Liste des titres des 28 « Customer Concerns »**

N°CC	Titre CC
1	Difficulté à planifier des actions de maintenance préventive.
2	Difficulté utiliser la fonction GMAO.
3	Difficulté à faire accepter la fonction GMAO pour renseigner les temps d'interventions
4	Difficulté à avoir des données fiables relatives aux actions de maintenance réalisées.
5	Difficulté à assurer la sécurité du réseau informatique industrielle.
6	Difficulté à ajouter/modifier une installation.
7	Difficulté à établir un cahier des charges pour connecter les fonctions IT et OT.
8	Difficulté pour maintenir des outils SCADA et IT anciens et/ou développés en interne End User.
9	Difficulté à comparer des consommations de WAGES (Water, Air, Gas, Energy, Steam) sur des périodes longues.
10	Difficulté à remonter des données d'environnements OT isolés.
11	Difficulté à mettre en place les infrastructures de connexion des fonctions IT et OT.
12	Difficulté à mutualiser et croiser les données relatives à plusieurs processus d'entreprises.
13	Difficulté à disposer d'une fonction SCADA performante.
14	Difficulté à obtenir des temps de réponse satisfaisants dans les échanges de données entre les fonctions OT et IT.
15	Difficulté à optimiser les déplacements physiques des automaticiens.
16	Difficulté à retrouver les données nécessaires à la gestion des réclamations après-vente.
17	Difficulté à trier les alarmes.
18	Difficulté à avoir une connexion Internet de bonne qualité.
19	Difficulté à connecter différentes fonctions IT entre elles.
20	Difficulté à avoir des indicateurs précis concernant les disponibilités machines.
21	Difficulté à supprimer les impacts négatifs des modifications IT sur la disponibilité des installations OT.



22	Difficulté à associer la personne disposant de la compétence adaptée au problème/panne survenue.
23	Difficulté à améliorer le taux de productivité machine ou installation.
24	Difficulté à consolider les données de productions des différents sites industriels.
25	Difficulté à visualiser une quantité importante de données pour certaines fonctions IT.
26	Difficulté à certifier la qualité des données.
27	Difficulté à optimiser la gestion de stocks en production.
28	Difficulté à remplacer les composants des automatismes d'une installation.

Il est possible de noter une interdépendance entre certains « *Customer Concerns* ». Pour illustration, un impact du CC n°2 (Difficulté à utiliser la fonction GMAO) est une gestion erronée des stocks. Par ailleurs, le CC n°27 est : Difficulté d'optimiser les stocks. Un lien de cause-impact existe donc entre ces deux « *pains* ».

▪ **Analyse de la complétude de la liste des « *Customer Concerns* »**

Pendant la phase d'élaboration des « *Customer Concerns* », la doctorante a noté les entreprises où chaque « *pain* » est rencontré. Cette association « *Customer Concerns* »-Entreprise est reportée dans la **Figure V-19** ci-dessous.

CC	Aéroport Nice	Schneider Electric	Malongo	Véolia	NTN SNR	Aéroport de Lyon	Lyonnaise des Eaux	Les Salins du Midi	OTV CAD. Eau	Everdyn	EAI Tricot	Degrémont	Albioma	Arkopharma
1	X				X	X							X	
2					X									
3	X		X					X						
4	X				X	X	X					X		
5	X													
6	X				X	X	X						X	
7					X	X	X		X		X			
8					X	X				X				
9						X								
10	X					X						X	X	
11				X										
12	X	X	X	X			X						X	
13										X				
14	X							X						
15								X						
16		X			X			X						
17					X	X								
18						X								
19						X								
20						X								
21											X			X
22							X							
23			X											
24			X	X	X				X					
25					X									
26				X					X					
27		X												
28				X										

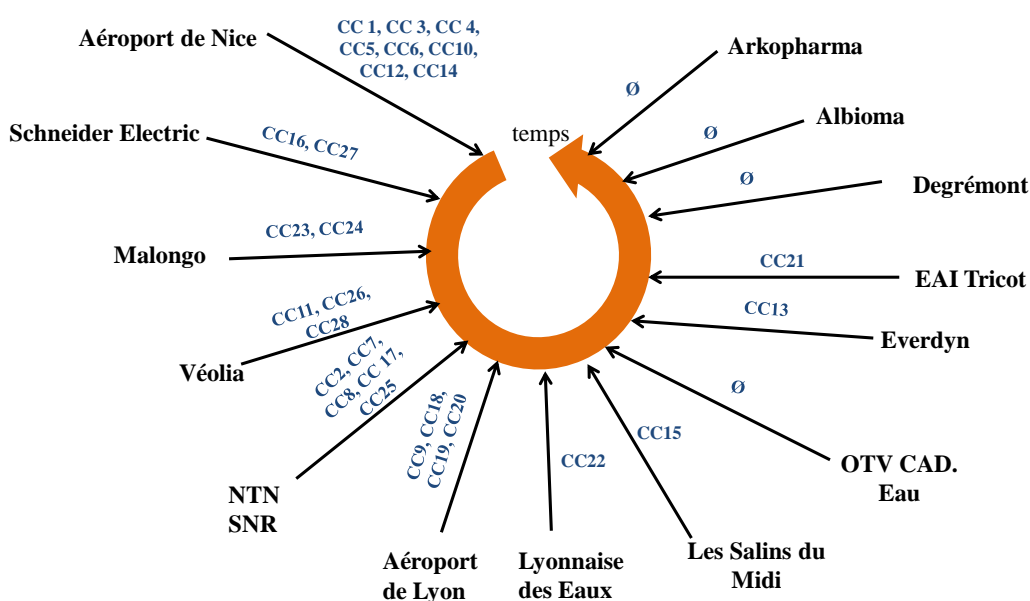
**Figure V-19: Association «Customer Concern»-Entreprise interviewée**

Cette traçabilité permet de :

- Evaluer la représentativité de chaque difficulté client recensée. Par exemple, le CC n°28 a été identifié à partir de l'agrégation de plusieurs verbatims provenant d'une entreprise. Ce problème client existe et a potentiellement un fort impact client<sup>28</sup>. Cependant, il n'est peut-être pas représentatif des problématiques rencontrés par le marché. Une analyse quantitative pourrait permettre d'estimer la représentativité de chacun des « *concerns* » identifiés lors de cette phase « *Discovery* » du processus RACCP.

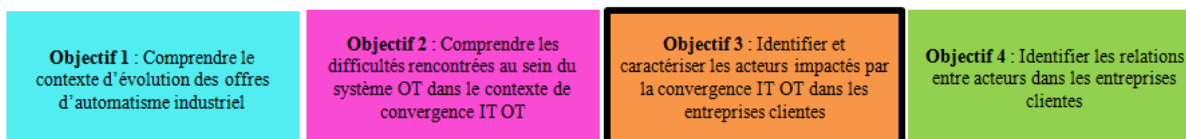
<sup>28</sup> Impact client : Importance des conséquences d'une difficulté chez le client et ce, pour les personas impliqués par le « *concern* ».

- Vérifier une forme de convergence dans la découverte des « *pains* ». Au fur et à mesure des entretiens réalisés dans les différentes entreprises clientes, le nombre de « *Customer Concerns* » découverts au cours du temps diminue (voir **Figure V-20**). Les personnes rencontrées au sein de la première entreprise ont contribué à l'identification de 8 « *pains* ». Par ailleurs, les quatre derniers entretiens réalisés au sein de trois entreprises différentes n'ont pas permis de découvrir de nouveaux problèmes clients. Ainsi, la complétude de la base de données de 28 « *Customer Concerns* » semble satisfaisante.



**Figure V-20 : Représentation des « Customer Concerns » découverts au fur et à mesure des entretiens dans les entreprises clientes (historiquement de la gauche vers la droite)**

✓ **Objectif de recherche 3 : Instanciation du modèle de description des personas**



**Figure V-21 : Mise en évidence de l'objectif 3 par rapport aux 4 « objectifs de recherche »**

▪ **Illustration de la méthode**

La doctorante et le concepteur en innovation ont suivi la méthode d'instanciation du modèle de description personas explicitée dans la section 10. Ainsi, ils ont créé des relations entre groupes d'affinité de l'objectif 3 pour instancier le modèle de description des personas. Pour rappel, l'objectif 3 est : « identifier et caractériser les acteurs impactés par la convergence IT OT dans les entreprises clientes ». 165 verbatims y ont été associés. Pour chaque groupe d'affinité, seule une partie des verbatims sont mis en exergue sur la **Figure V-22**. Les verbatims qui ne sont pas représentés sur la

figure corroborent l'intitulé du groupe d'affinité considéré. Le but est d'illustrer la démarche d'instanciation des personas.

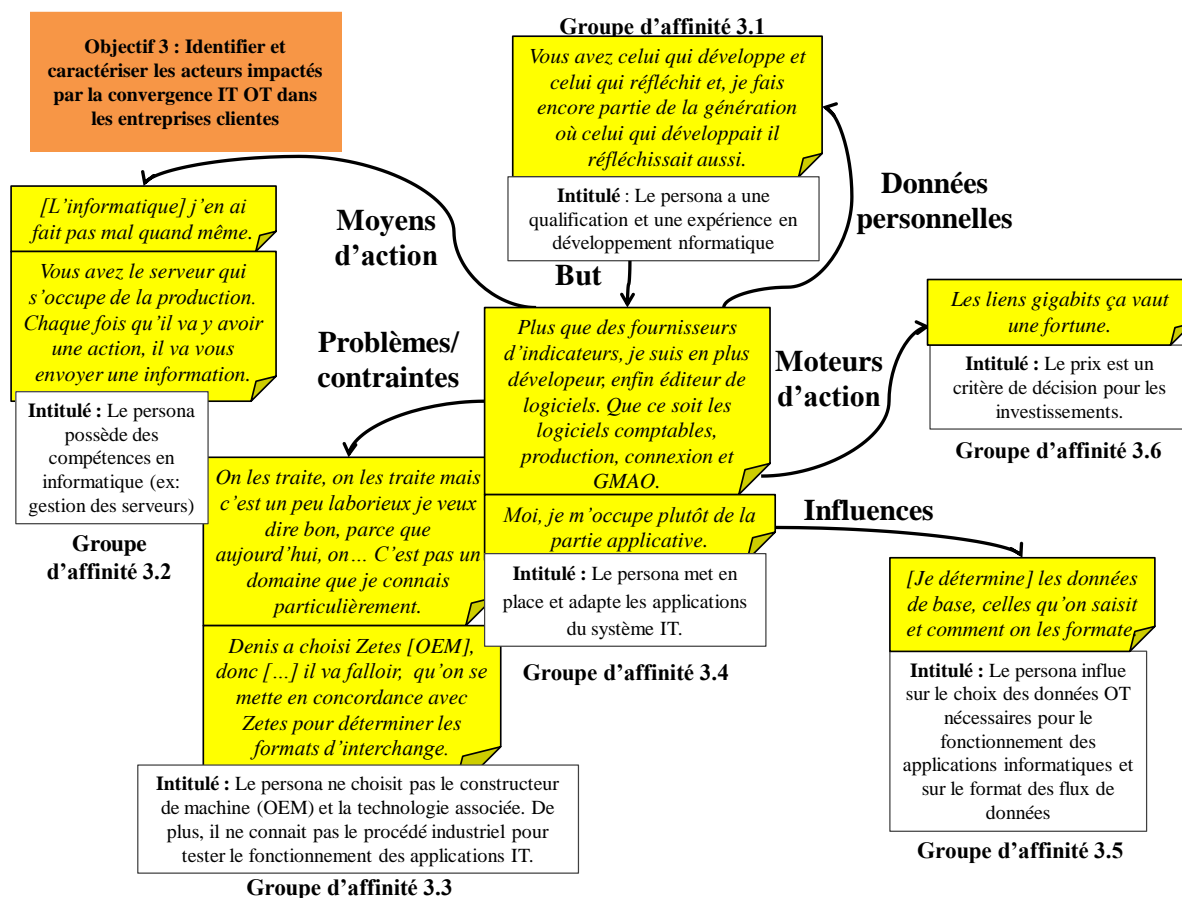


Figure V-22 : Exemples de verbatims associés à l'objectif de recherche 2

En fonction de l'ensemble des verbatims de chaque groupe d'affinité, la doctorante reconstitue ci-dessous la démarche d'instanciation des variables descriptives d'un persona.

- **Titre : Informatique**

Le titre doit être générique. Il ne doit pas dépendre des titres de postes attribués aux acteurs au sein des entreprises.

Il doit également être clair. Les personnes qui manipulent ces personas (exemple : concepteurs en innovation) doivent comprendre de quel(s) acteur(s) il s'agit.

Chaque titre de persona fait référence à un des buts/objectifs uniques. Dans ce cas, le persona met en place et adapte les applications et infrastructures du système IT. Ainsi, le titre « Informatique » a été associé à ce type de persona.

- **Données personnelles (groupe d'affinité 3.1)**

L'ensemble des verbatims du groupe d'affinité montre que la moyenne d'âge est de 45 ans environ. Le passé professionnel du persona souligne une expérience forte dans le domaine de l'informatique. Ses compétences sont liées aux technologies informatiques, aux moyens de les mettre en place et de les paramétrer. Il n'a jamais eu de responsabilité dans le domaine de la production. Il n'a jamais fait partie

du monde de l'OT. Ainsi, même si les services informatiques qu'il déploie peuvent être utilisés par des acteurs OT, sa connaissance des procédés industriels est faible.

- **Influences (groupe d'affinité 3.5)**

Les influences sont des influences subies ou qu'il fait subir. Son domaine d'influence ne dépasse pas l'environnement des systèmes IT. Ainsi, il détient un pouvoir de décision sur :

- Les protocoles de communications et les formats des flux de données entrants par rapport aux systèmes IT.
- Les données OT nécessaires pour le fonctionnement des applications informatiques (ERP, MES, GMAO). Ces données OT sont analysées et transformées par ces applications pour apporter de la valeur ajoutée. Elles sont ensuite stockées et visualisées par des acteurs OT ou IT.
- La stratégie IT. La « *Direction des Systèmes d'Informations (DSI)* » prend la décision finale quant à la stratégie IT à adopter (ex : mise en place de partenariats avec des entreprises informatiques tiers ou éditeurs logiciels). Le persona « *Informatique* » est impliqué dans cette prise de décision. Son avis est demandé sur des thèmes clés de la stratégie.

- **Buts/Objectifs (groupe d'affinité 3.4)**

L'ensemble des verbatims du groupe d'affinité montre que le persona gère les phases du cycle de vie des applications informatiques. Ainsi, il est responsable des phases : installation, paramétrage, administration et évolution/mise à jour des systèmes IT (ERP, GMAO et MES) et des flux de données entrants sur ces systèmes.

- **Moyens d'action (groupe d'affinité 3.2)**

Ce sont les ressources dont dispose le persona. Dans ce cas, les types de ressources sont différents. Il s'agit de :

- Compétences : virtualisation, gestion des serveurs, construction adresse IP.
- Infrastructures disponibles (serveurs).
- Maturité des technologies existantes pour gérer les flux de données entrantes sur les systèmes IT.
- Présence de composants OT (SCADA) pour faciliter la connexion technique (échange de données) entre les systèmes OT et IT.

- **Problèmes/Contraintes (groupe d'affinité 3.3)**

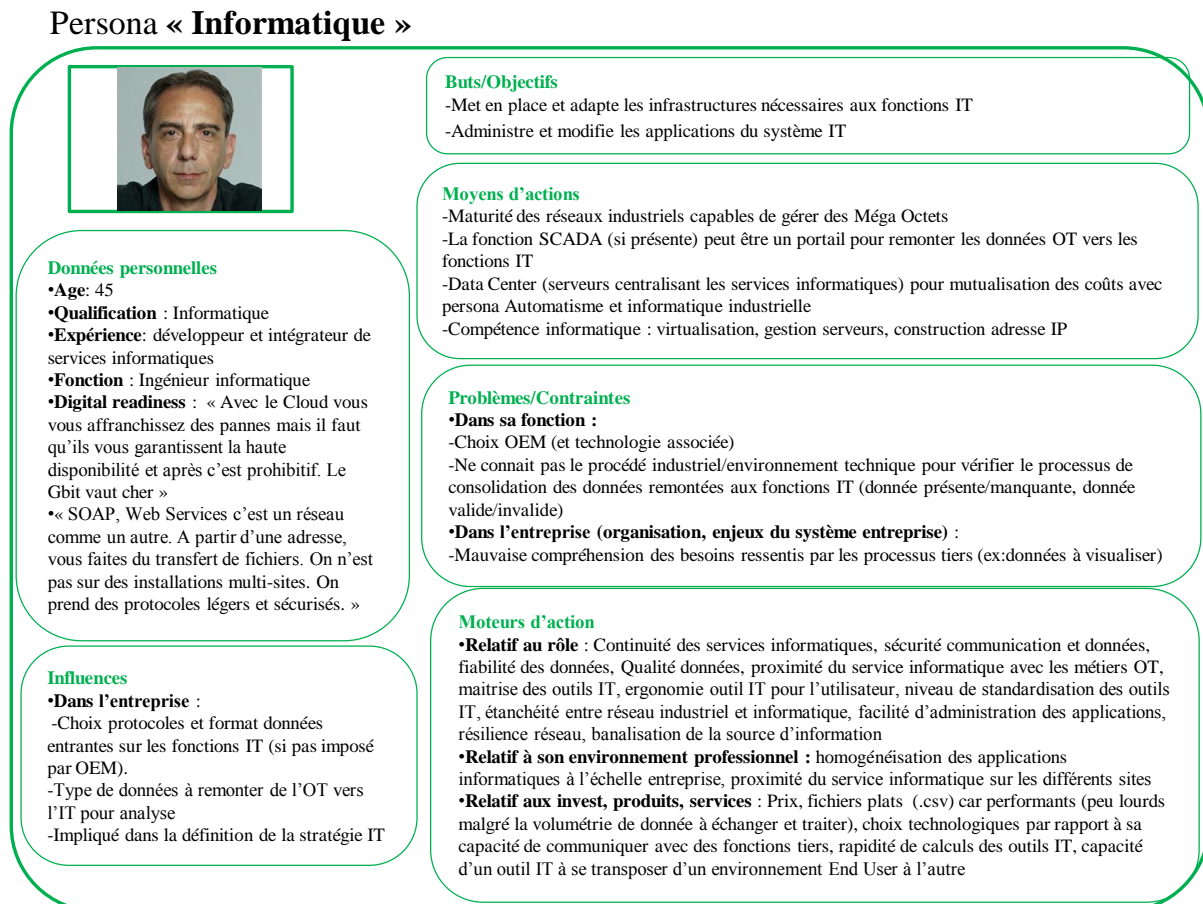
L'opinion du persona « *Informatique* » n'est pas requise pour le choix des constructeurs de machines (OEM) avec qui les acteurs OT travaillent. Ainsi, les technologies associées aux constructeurs de machines (protocole de communication, structure des données) sont figées et fixées par les acteurs OT. Il s'agit donc d'une contrainte pour le persona. En effet, les technologies des OEM peuvent ne pas être compatibles avec les systèmes IT. La connexion technique (échange de données) entre les systèmes OT et IT peut alors s'avérer complexe.

Par ailleurs, la description des « *données biologiques* » du persona démontre une faiblesse dans les connaissances liées aux procédés industriels. Ainsi, l'acteur éprouve des problèmes pour comprendre

les besoins de transformations à opérer sur les données OT. Ces données transformées sont des informations réutilisées par des processus tiers comme la production.

### - Moteurs d'action (groupe d'affinité 3.6)

Les moteurs d'action sont tous les indicateurs qui justifient les choix, décisions et mises en action du persona. Ils sont cités sur la **Figure V-23**.



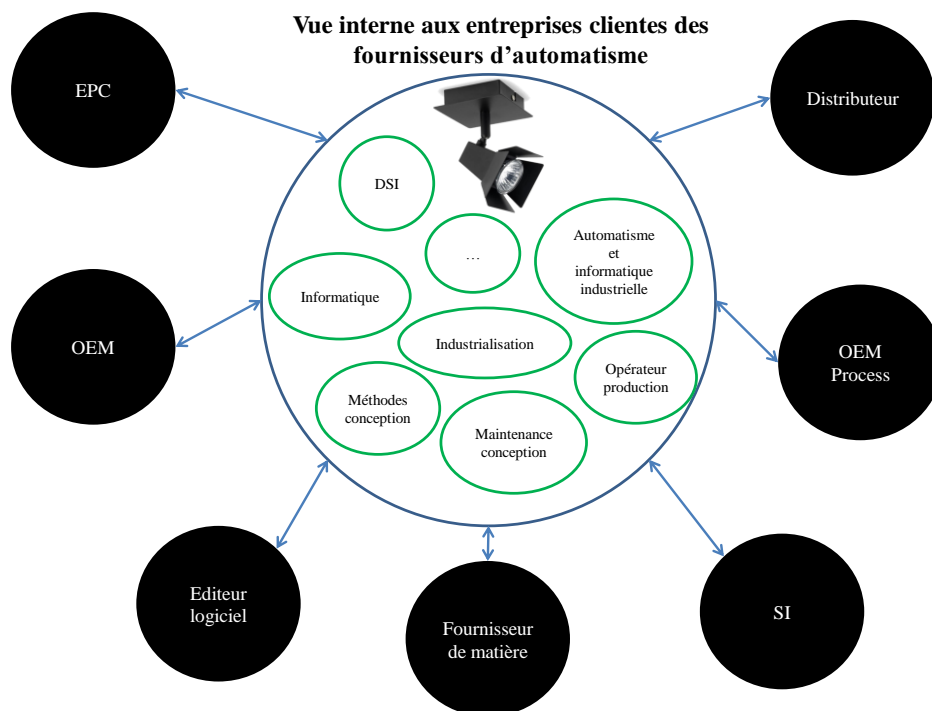
**Figure V-23 : Fiche profil du persona « Informatique »**

### ▪ Vue adoptée pour la description d'un persona

Pour rappel, les personnes rencontrées lors des entretiens clients sont des ingénieurs. La doctorante a ciblé ce type d'acteurs car ils sont susceptibles de ressentir des difficultés liées à la convergence IT OT. La vue adoptée pour élaborer les profils personas est donc celle des ingénieurs.

Par ailleurs, des personas comme « *opérateur de maintenance exploitation* » ou « *opérateur de production* » figurent dans la liste des personas impactés par la convergence IT OT. Comme l'illustre le **Tableau V-8**, un lien de cause à effet peut exister entre la vue ingénieur et la vue opérateur. Ces personas apparaissent alors dans les verbatims des ingénieurs interrogés. Les activités de ces opérateurs ont été identifiées comme la cause ou la conséquence des difficultés liées à la convergence IT OT. De la même manière, les entretiens ont également permis d'identifier ces personas (opérateurs) comme des acteurs à considérer pour la conception de concepts d'offre IT OT.

En outre, la vue adoptée est une vue interne aux entreprises clientes des fournisseurs d'automatisme. Les entreprises extérieures en relation avec les entreprises clientes interrogées sont perçues comme des boîtes noires. Elles apparaissent comme des personas car associées à des « buts/objectifs » différents des acteurs rencontrés au sein des entreprises clientes. C'est le cas des personas « Distributeur », « Editeur logiciel », « Engineering, Procurement and Construction (EPC) », « Fournisseur de matière », « Original Equipment Manufacturer (OEM) », « Original Equipment Manufacturer Process (OEM Process) » ou « System Integrator (SI) ». La **Figure V-24** permet d'illustrer le propos.



**Figure V-24 : Vue adoptée pour la liste des personas impactés par la convergence IT OT**

- **Résultats de la démarche d'instanciation des modèles de description des personas**

Le **Tableau V-10** liste le titre des 19 personas identifiés après l'analyse des interviews auprès des 14 entreprises évoquées. L'ensemble des verbatims extraits et leur association en groupes d'affinité ont permis d'élaborer 8 profils personas. Ces derniers sont présentés en annexe n°2.

**Tableau V-10: Liste des personas impactés par la convergence IT OT**

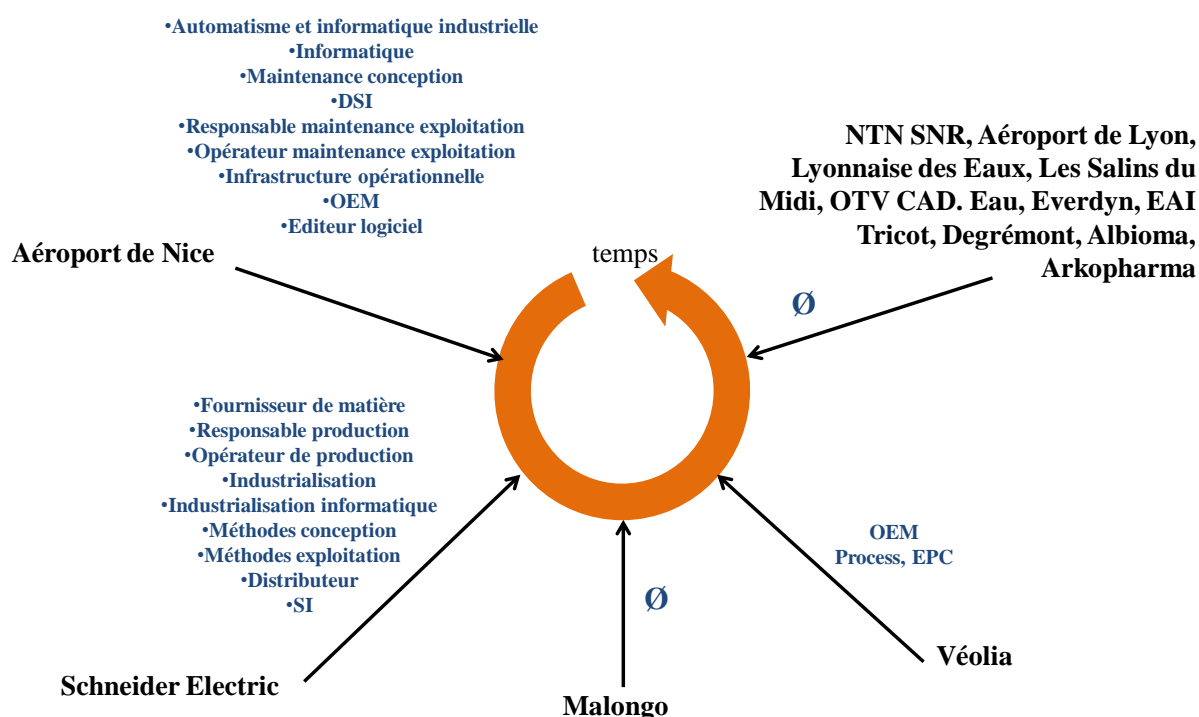
Titre persona	Périmètre d'action (OT/IT)	Buts/Objectifs
Automatisme et informatique industrielle	OT	Assure la programmation d'automates, définit et suit les essais ainsi que la mise en route des machines.
Direction des Systèmes d'Informations (DSI)	IT	Gère la politique informatique de l'entreprise (ex : accès réseau informatique, choix et achats applications informatiques transverses).

Editeur logiciel	IT	Commercialise des applications informatiques spécifiques à un processus d'entreprise ou transverses à plusieurs processus d'entreprise.
Engineering, Procurement and Construction (EPC)	OT	Réalise la conception technique détaillée d'une installation industrielle, se procure le matériel et les matériaux nécessaires, réalise les travaux de construction et d'installation pour leurs clients.
Fournisseur de matière	OT	Fournit les ressources en matière (ex : composants électronique ou grains de café) pour le déploiement du processus de production de produits finis.
Industrialisation	OT	Conçoit et déploie la stratégie industrielle pour permettre la fabrication de produits finis conçus par le bureau d'étude.
Industrialisation IT	OT et IT	-Conçoit et déploie la stratégie industrielle pour permettre la connexion des systèmes OT et IT. -Réalise la connexion entre les systèmes OT et IT (dépend de la stratégie d'industrialisation conçue par l'industrialisation)
Informatique	IT	-Met en place et adapte les infrastructures du système IT -Met en place, administre et modifie les applications du système IT
Infrastructure opérationnelle	OT	-Contrôle les consommations énergétiques des bâtiments. -Assure la continuité de services des bâtiments.
Maintenance conception	OT	Propose ou incite à proposer des modifications sur les installations ou les machines pour éviter la rupture de services.
Méthode conception	OT	Définit les infrastructures, applications et services nécessaires au déploiement d'un processus de production de biens ou services.
Méthode exploitation	OT	Fait évoluer et modifie les infrastructures et les applications informatiques nécessaires au déploiement des processus de production d'un produit ou service.
Original Equipment Manufacturer (OEM)	OT	Commercialise des machines et équipements prêts à l'utilisation.
Original Equipment Manufacturer Process (OEM Process)	OT	Configure et met en place plusieurs équipements ou machines provenant d'OEM différents pour permettre leur mise en service.
Opérateur maintenance exploitation	OT	Réalise les tâches assignées par le responsable de maintenance exploitation relatives à la maintenance corrective, préventive et prédictive.
Opérateur de production	OT	Réalise les tâches assignées par le responsable production relatives à la production de produits finis d'un site.
Responsable maintenance exploitation	OT	Planifie et contrôle la réalisation des activités de maintenance corrective, préventive et prédictive.
Responsable de production	OT	Planifie et contrôle la réalisation des activités du processus de production de produits finis et de mise à disposition d'un service.

		Ces activités ont pour fonction de satisfaire les demandes du client.
System Integrator (SI)	OT	Configure et met en place plusieurs sous-systèmes (OT) pour permettre leur mise en service au sein d'un système global.

▪ **Analyse de la complétude de la liste des personas impactés par la convergence IT OT**

Pendant la phase d'identification des types d'acteurs impactés par la convergence IT OT, il est possible de vérifier une forme de convergence. Au fur et à mesure des entretiens réalisés dans les différentes entreprises clientes, le nombre de personas découverts et identifiés au cours du temps diminue. La **Figure V-25** illustre cette convergence.



**Figure V-25: Représentation des personas identifiés comme impactés par la convergence IT OT au fur et à mesure des entretiens dans les entreprises clientes (historiquement de la gauche vers la droite)**



✓ **Objectif de recherche 4 : Instanciation du modèle de description des relations entre acteurs**

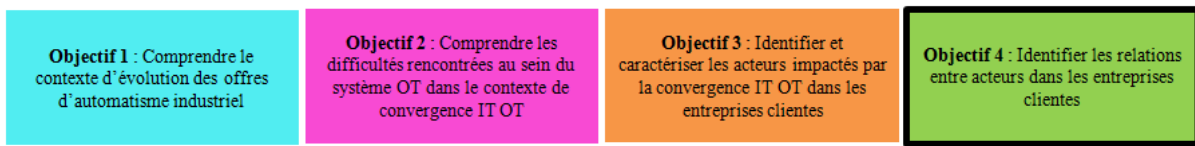
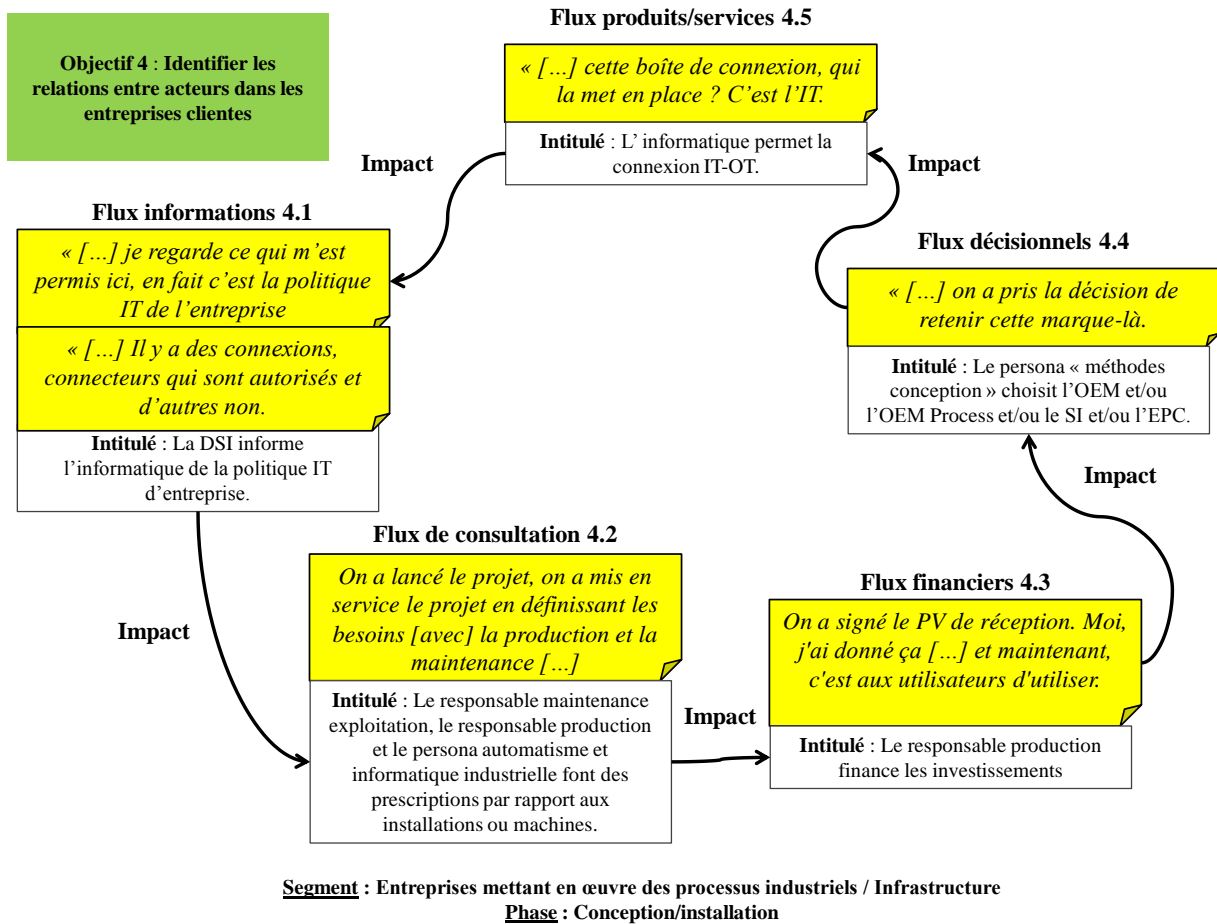


Figure V-26 : Mise en évidence de l'objectif 2 par rapport aux 4 « objectifs de recherche »

▪ **Illustration de la méthode**

La doctorante et le concepteur en innovation ont suivi la méthode d'instanciation du modèle de description des relations entre acteurs explicitée dans la section 10. Ainsi, ils ont créé des relations entre groupes d'affinité de l'objectif 4. Pour rappel, l'objectif 4 est « *Identifier les relations entre acteurs dans les entreprises clientes* ». 175 verbatims y ont été associés. Pour chaque groupe d'affinité, seule une partie des verbatims sont mis en exergue sur la **Figure V-27**. Les verbatims qui ne sont pas représentés sur la figure corroborent l'intitulé du groupe d'affinité considéré. Le but est d'illustrer la démarche.

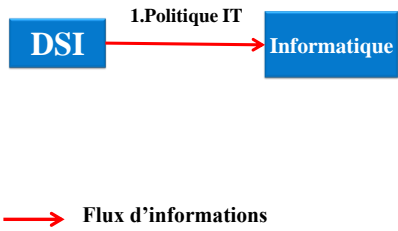
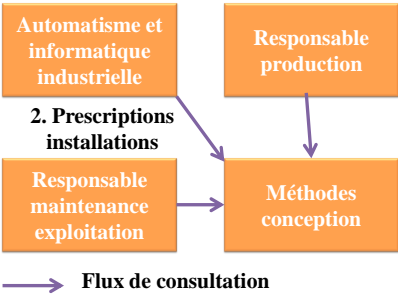
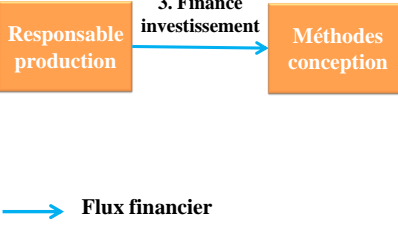
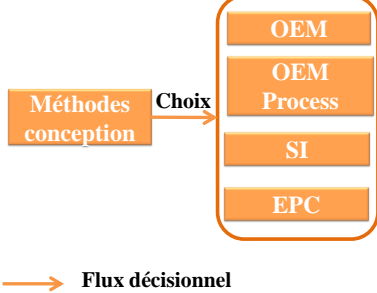
Les groupes d'affinité sont créés par type de segment de marché, par phase du cycle de vie OT et par type de flux. Pour rappel, les segments de marché sont : entreprises manufacturières, entreprises mettant en œuvre des processus industriels et infrastructures. Les phases du cycle de vie OT sont : conception/installation et exploitation/modification. Les types de flux : information, consultation, financier, décisionnel et produits/services. La lecture de l'ensemble des verbatims clients permet d'intituler les groupes d'affinité. Les intitulés permettent de positionner et décrire les différents flux sur les graphes.

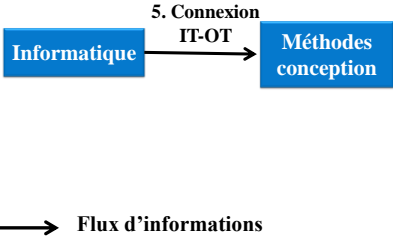


**Figure V-27 : Exemples de verbatims associés à l'objectif de recherche 4**

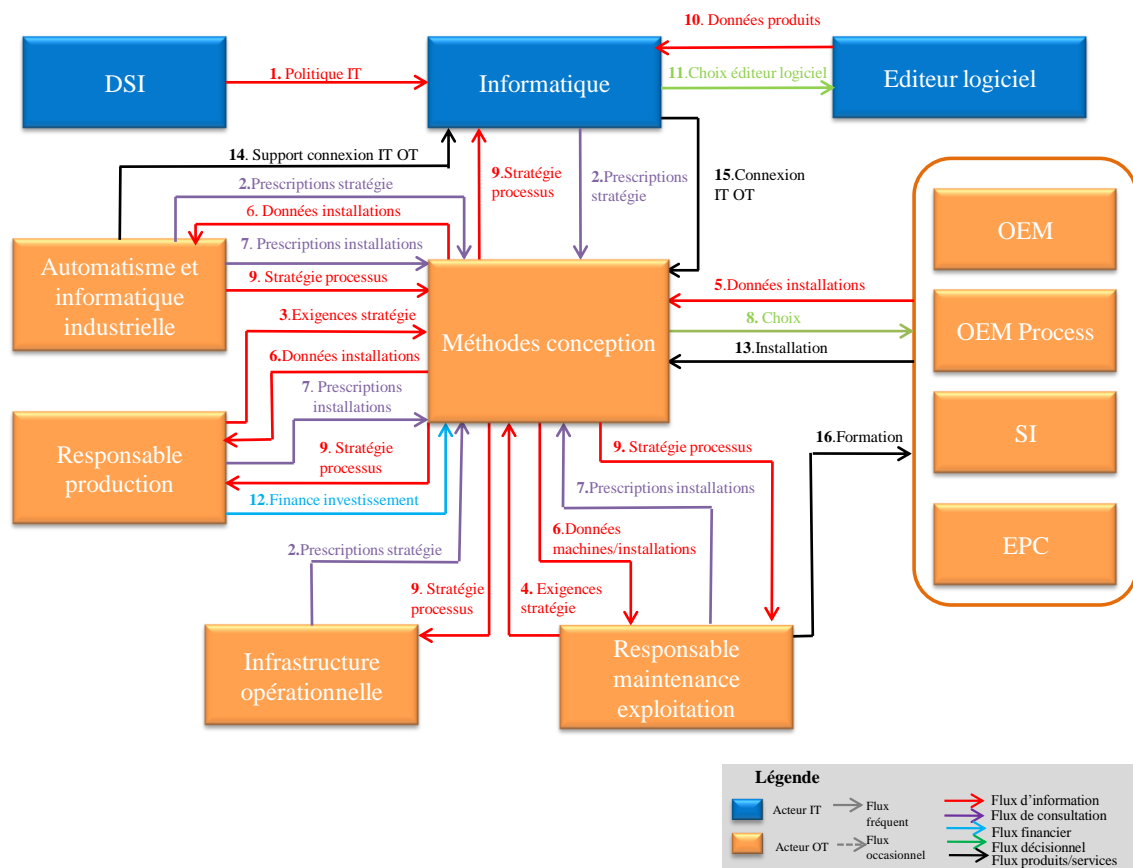
En fonction des verbatims de chaque groupe d'affinité de la **Figure V-27**, la doctorante reconstitue dans le **Tableau V-11** la démarche d'instanciation d'un modèle de description des flux entre personas.

**Tableau V-11: Description de la construction des flux entre personas**

	Construction des relations entre acteurs en fonction des verbatims du groupe d'affinité	Interprétation de l'ensemble des verbatims du groupe d'affinité
<p><b>Groupe d'affinité (flux d'information 4.1)</b></p>		<p>La DSI informe l'informatique de la politique IT d'entreprise. Celle-ci doit être respectée pour les projets de conception d'un processus de production ou de mise à disposition d'un service.</p>
<p><b>Groupe d'affinité (flux de consultation 4.2)</b></p>		<p>Le responsable maintenance exploitation, le responsable production et le persona automatisme et informatique industrielle émettent des recommandations pour sélectionner l'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC dont le catalogue produits et services associés présente le meilleur rapport qualité/prix.</p>
<p><b>Groupe d'affinité (flux financier 4.3)</b></p>		<p>Le responsable de production finance les investissements nécessaires à la mise en place du processus de production ou de mise à disposition d'un service.</p>
<p><b>Groupe d'affinité (flux décisionnel 4.4)</b></p>		<p>Après une analyse comparative du marché, le persona méthodes conception sélectionne un OEM et/ou un OEM Process et/ou un SI et/ou un EPC pour mettre en place le processus de production ou de mise à disposition d'un service.</p>

<p><b>Groupe d'affinité (flux produits/services 4.5)</b></p>		<p>L'informatique transforme les données de production remontées par le persona automatisé et informatique industrielle. Le but de cette manipulation est de permettre l'utilisation de ces données par les outils IT.</p>
--	---	--

Appliquer la méthode illustrée par la **Figure V-27** et le **Tableau V-11** pour l'ensemble des groupes d'affinités créés permet d'élaborer le graphe de la **Figure V-28**. Ce dernier est relatif aux segments « Entreprises mettant en œuvre des processus industriels » et « Infrastructure » et à la phase du cycle de vie « Conception/Installation ».



**Figure V-28:** Graphe de relations entre personas pour les segments « entreprises mettant en œuvre des processus industriels » et « Infrastructure » et pour la phase du cycle de vie « Conception/Installation »

Le **Tableau V-12** permet de décrire l'ensemble des flux présents sur la **Figure V-28**.

**Tableau V-12: Description des flux représentés sur la Figure V-19**

N° de flux	Description du flux
1	La DSI informe l'informatique de la politique IT d'entreprise. Celle-ci doit être respectée pour les projets de conception d'un processus de production ou de mise à disposition d'un service.
2	<p>Les méthodes conception consulte l'informatique, l'infrastructure opérationnelle, le persona automatisme et informatique industrielle pour la mise en place d'une stratégie de mise en place d'un processus de production ou de mise à disposition d'un service. Définir cette stratégie consiste à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Définir les ressources matérielles (machines, installations) nécessaires pour la production ou la distribution d'un service.</li> <li>-Définir le budget à allouer pour la mise en place de nouvelles machines et installations</li> <li>-Choisir les acteurs créateurs ou récepteurs de flux par rapport à l'entreprise mettant en œuvre le processus (ex : OEM et/ou OEM Process et/ou SI et/ou EPC).</li> </ul> <p>En retour, les personas consultés émettent des recommandations vers les méthodes conception. L'objectif est de concevoir une stratégie qui permette d'optimiser différents indicateurs de performances clés (ex : taux d'utilisation des outils et équipements de production, consommation énergétique).</p>
3	<p>Le responsable de production fournit au persona méthodes conception une liste d'exigences relative au processus à mettre en place. Ces exigences peuvent être relatives à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-L'organisation spatiale des machines/installations pour optimiser les flux des opérateurs de production</li> <li>-Aux systèmes IT (ERP, GMAO, MES) nécessaires pour le fonctionnement des lignes de fabrication.</li> <li>-Au retour sur investissement souhaité du projet de mise en place du processus.</li> </ul>
4	<p>Le responsable de maintenance exploitation exprime ses exigences par rapport à la stratégie de mise en place du processus. Ces exigences sont liées à la maintenance. Il peut s'agir par exemple de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La liste des pièces de rechange des machines ou installations nécessaires.</li> <li>-Des indicateurs de performance à respecter par les machines ou installations (ex : capacité machines).</li> <li>-La liste des spécifications machines /installations ou processus liées aux normes de sécurité.</li> </ul>
5	<p>L'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC fournissent au persona méthodes conception toutes les informations relatives aux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Machines/installations de son catalogue produit (ex : caractéristiques des machines, prix, modes d'utilisation).</li> <li>-Services associés aux machines/installations (ex : installation).</li> </ul>
6	Le persona méthodes conception partage avec le responsable de maintenance production, le responsable de production, le persona automatisme et informatique industrielle les informations relatives aux machines/installation du catalogue produit de l'OEM et/ou OEM Process et/ou SI et/ou EPC.
7	Le responsable maintenance exploitation, le responsable production et le persona automatisme et informatique industrielle émettent des recommandations pour sélectionner l'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC dont le catalogue produits et services associés présente le meilleur rapport qualité/prix.

8	Après une analyse comparative du marché, le persona méthodes conception sélectionne un OEM et/ou un OEM Process et/ou un SI et/ou un EPC pour mettre en place le processus de production ou de mise à disposition d'un service.
9	Les méthodes conception informe l'informatique, le responsable production, le responsable de maintenance exploitation et le persona automatisme et informatique industrielle de la stratégie de mise en place d'un processus de production ou de mise à disposition d'un service.
10	L'informatique peut quelquefois décider de faire appel à un éditeur logiciel pour développer les outils nécessaires au déploiement de la stratégie élaborée. L'éditeur logiciel fournit alors à l'informatique les informations relatives au produit qu'il commercialise.
11	Après une analyse comparative du marché, l'informatique choisit l'éditeur logiciel pour développer l'outil IT nécessaire à la mise en place du processus de production ou de mise à disposition d'un service.
12	Le responsable de production finance les investissements nécessaires à la mise en place du processus.
13	L'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC installent sur le site les machines nécessaires à la mise en place du processus. Ils peuvent également réaliser les travaux nécessaires à la mise en place du processus.
14	Le persona automatisme et informatique industrielle programme les automates pour permettre la remontée de données du processus vers des outils IT.
15	L'informatique transforme les données de production remontées par le persona automatisme et informatique industrielle. Le but de cette manipulation est de permettre l'utilisation de ces données par les outils IT.
16	L'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC peuvent mettre en place une formation destinée au responsable de maintenance exploitation. L'objectif de cette formation est de permettre la maintenance des machines et installations du site.

- **Vue adoptée pour l'élaboration des graphes de relations entre personas**

Lors des entretiens, les personnes interrogées sont des ingénieurs. Ainsi, la représentation des flux entre personas dépend de la compréhension et de la connaissance qu'ont ces personnes des différentes relations. Pour rappel, les personas qui apparaissent dans les graphes sont dits « *impacts par la convergence IT OT* ». Ils ont été listés à partir des discours retranscrits des entretiens réalisés auprès des mêmes types de personnes. Ils sont donc en mesure de positionner les flux entre les personas qu'ils évoquent.

- **Résultats de la démarche d'instanciation du modèle de relations entre acteurs**

Les graphes similaires à celui présenté en **Figure V-28** sont reportés en annexe n°3. Le **Tableau V-13** permet d'explicitier les segments de marché et les phases du cycle de vie OT associés aux différents graphes élaborés.

**Tableau V-13 : Description des graphes de relations entre personas**

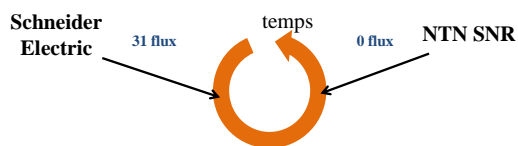
N° graphe	Segment de marché	Phase du cycle de vie OT
1	Entreprise manufacturière	Conception/Installation
2	Entreprise manufacturière	Exploitation/Modification

<b>3 (voir Figure V-28)</b>	Entreprises mettant en œuvre des processus industriels / Infrastructure	Conception/Installation
<b>4</b>	Entreprises mettant en œuvre des processus industriels / Infrastructure <b>Cas 1 : Processus de production de biens de consommation</b>	Exploitation/Modification
<b>5</b>	Entreprises mettant en œuvre des processus industriels / Infrastructure <b>Cas 1 : Processus de mise à disposition d'un service</b>	Exploitation/Modification

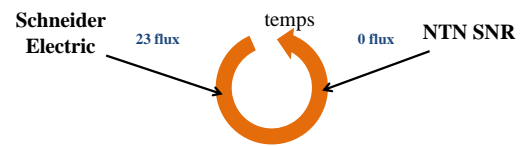
Pendant la phase d'élaboration des graphes de relations entre acteurs, il est possible de vérifier une forme de convergence. Au fur et à mesure des entretiens réalisés dans les différentes entreprises clientes, le nombre de flux découverts au cours du temps diminue (voir **Tableau V-14**).

- **Analyse de la complétude des flux représentés sur les graphes de relations entre acteurs**

**Tableau V-14 : Représentation de la convergence dans la découverte des flux des relations entre acteurs au cours du temps (historiquement de la gauche vers la droite)**

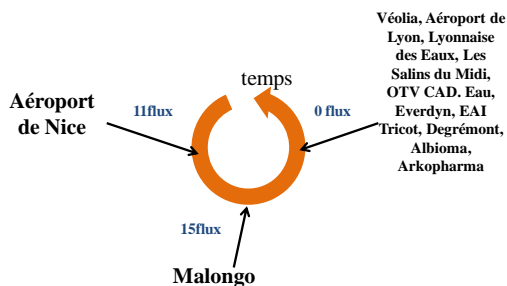


Représentation des flux découverts au fur et à mesure des entretiens pour le segment « *Entreprises manufacturières* » et pour la phase de cycle de vie OT « *Conception/Installation* »

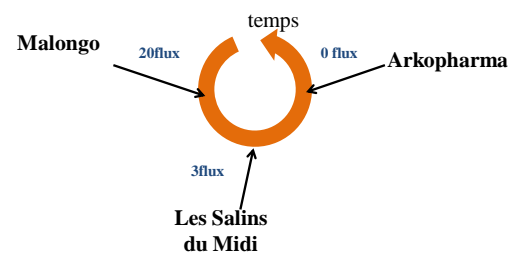


Représentation des flux découverts au fur et à mesure des entretiens pour le segment « *Entreprises manufacturières* » et pour la phase de cycle de vie OT « *Exploitation/Modification* »

Cas 1 : Production de biens de consommation



Représentation des flux découverts au fur et à mesure des entretiens pour le segment

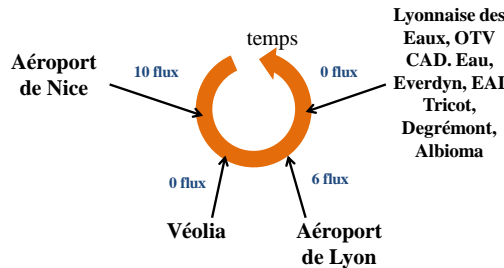


Représentation des flux découverts au fur et à mesure des entretiens pour le segment

« Entreprises mettant en œuvre des processus industriels » et pour la phase de cycle de vie OT « Conception/Installation »

« Entreprises mettant en œuvre des processus industriels » et pour la phase de cycle de vie OT « Conception/Installation »

Cas 2 : Processus de mise à disposition de services



Le tableau précédent permet d'estimer la complétude des flux présents sur les graphes comme satisfaisante. Cette estimation est approximative. En effet, les graphes de relations entre acteurs du segment de marché « entreprises manufacturières » ont été représentés à partir de deux cas. Ainsi, une entreprise a permis de représenter le graphe de flux et une seule autre entreprise a permis de vérifier l'exhaustivité des flux identifiés.

### 12.1.6 Classification des « Customer Concerns »

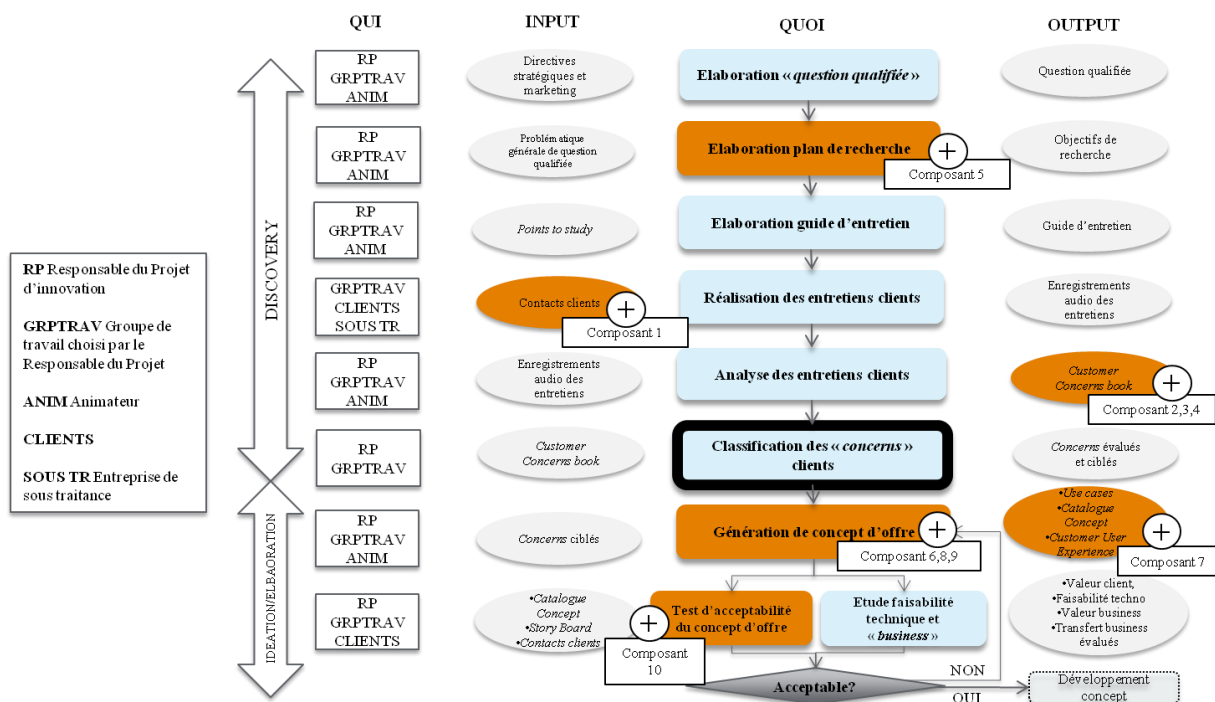


Figure V-29 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « Analyse des entretiens clients » dans le processus RACCP

Pour réaliser cette activité, la doctorante a sélectionné 5 personnes intéressées par le projet. Celles-ci sont considérées comme expertes pour évaluer la liste des 28 « Customer Concerns ». Ce sont des ingénieurs en automatisme industriel. Ils connaissent les systèmes OT présents chez les entreprises clientes des fournisseurs d'automatisme. Pour rappel, deux critères sont utilisés pour la classification des « concerns » :



- **L'impact client:** Il s'agit ici d'estimer l'importance des conséquences d'une difficulté chez le client et ce, pour les personas impliqués par le « *concern* ».
- **La difficulté de résolution:** Dans ce cas, l'évaluation porte sur la capacité des fournisseurs d'automatismes à apporter une solution par rapport au « *concern* ».

L'échelle utilisée est quantitative. Pour chaque « *customer concern* » et pour chaque critère, une note entre 1 et 5 est attribuée. Les notes signifient :

- **5 :** L'impact client et/ou la difficulté de résolution pour le « *concern* » considéré est très important.
- **4 :** L'impact client et/ou la difficulté de résolution pour le « *concern* » considéré est important.
- **3 :** L'impact client et/ou la difficulté de résolution pour le « *concern* » considéré est moyen.
- **2 :** L'impact client et/ou la difficulté de résolution pour le « *concern* » considéré est faible.
- **1 :** L'impact client et/ou la difficulté de résolution pour le « *concern* » considéré est très faible.

Parmi les 5 personnes considérées comme expertes, une personne a souhaité attribuer des notes uniquement par rapport au critère « *impact client* ». Son niveau de compétences et son expérience professionnelle justifient son choix.

Pour ce travail de classification des « *concerns* », les deux critères (impact client et difficulté de résolution) semblaient trop flous et imprécis aux évaluateurs. La doctorante a alors fait appel à un expert dans la conception et l'expérimentation de méthodologies d'innovation. Le but est d'associer des sous-critères d'évaluation aux indicateurs globaux : impact client et difficulté de résolution. L'objectif de cette démarche est de rendre la notation plus facile pour les 5 personnes interrogées. Pour cela, la doctorante a fixé des exigences relatives à l'élaboration de sous-critères. Ces derniers doivent :

- Rendre concrets et observables des phénomènes abstraits et inobservables. Pour illustration, il s'agit d'évaluer l'impact d'un « *concern* » sur le « *time to market* » plutôt que l'« *importance des conséquences d'une difficulté* ».
- Conserver l'aspect opérationnel d'une classification de « *concerns* ». En effet, les évaluateurs doivent être en mesure de noter les sous-critères. Ainsi, les sous-indicateurs doivent :
  - Faire appel à des notions proches de leur champ de compétences.
  - Le nombre de sous-indicateurs doit être « *gérable* ». La doctorante et l'expert estiment le temps « *acceptable* » pour noter les indicateurs à environ une heure par personne. Quatre est alors considéré comme le nombre maximum de sous-critères à associer à chacun des critères globaux.
- Définir de manière suffisamment complète les indicateurs globaux (impact client et difficulté de résolution).

En réponse à ces exigences, la doctorante et l'expert ont choisi de décomposer l'impact client en trois sous-indicateurs. L'échelle utilisée pour évaluer les sous-critères est quantitative. Pour chaque « *customer concern* » et pour chaque sous-critère, une note entre 1 et 5 est attribuée.

- **La gravité de l'impact négatif sur les performances opérationnelles :** Les performances de production sont relatives au procédé industriel ou à l'infrastructure considérée. Impacter négativement ces performances signifie dégrader les indicateurs de performance du procédé considéré tels que : la continuité de services du procédé, la sécurité des données de production, la fiabilité des données de production, le taux d'utilisation des équipements industriels ou le « *time to market* ». Les notes associées à ce sous-critère signifient :

- ✓ **5 : Gravité très sérieuse.** Le « *concern* » a un impact majeur et irréversible sur les performances du procédé industriel ou du processus de mise à disposition de services au sein des infrastructures.
  - ✓ **4 : Gravité sérieuse.** Le « *concern* » a un impact important et réversible sur les performances du procédé industriel ou du processus de mise à disposition de services au sein des infrastructures.
  - ✓ **3 : Gravité moyenne.** Le « *concern* » a un impact notable et réversible sur les performances du procédé industriel ou du processus de mise à disposition de services au sein des infrastructures.
  - ✓ **2 : Gravité faible.** Le « *concern* » a un impact limité et réversible sur les performances du procédé industriel ou du processus de mise à disposition de services au sein des infrastructures.
  - ✓ **1 : Gravité très faible.** Le « *concern* » a un impact négligeable et réversible sur les performances du procédé industriel ou du processus de mise à disposition de services au sein des infrastructures.
- **La valeur ajoutée :** L'évaluation de ce sous-critère consiste à répondre à la question : dans quelle mesure résoudre le « *customer concern* » apporte de la valeur ajoutée pour le client ? La valeur ajoutée potentielle est comprise comme : le différentiel entre le niveau actuel de performances de l'entreprise et le niveau de performances dans le cas où le « *concern* » disparaît. Les indicateurs de performances parfois utilisés pour estimer le niveau de performances actuel sont : le niveau de satisfaction client, les bénéfices générés, les coûts opérationnels ou le nombre de parts de marché par segment. Le niveau actuel dépend du niveau de viabilité des éventuels palliatifs mis en place dans les entreprises clientes. Les notes associées à ce sous-critère signifient :
    - ✓ **5 : Valeur ajoutée très importante.** Les palliatifs sont absents et/ou le « *concern* » a un impact négatif majeur et irréversible sur les performances d'entreprise.
    - ✓ **4 : Valeur ajoutée importante.** Les palliatifs ont des effets négligeables et/ou le « *concern* » a un impact négatif important et réversible sur les performances d'entreprise.
    - ✓ **3 : Valeur ajoutée moyenne.** Les palliatifs résolvent partiellement la difficulté et/ou le « *concern* » a un impact négatif détectable sur les performances d'entreprise.
    - ✓ **2 : Valeur ajoutée faible.** Les palliatifs résolvent complètement la difficulté mais nécessitent une optimisation et/ou le « *concern* » a un impact négatif détectable mais négligeable sur les performances d'entreprise.
    - ✓ **1 : Valeur ajoutée très faible.** Les palliatifs résolvent complètement la difficulté et/ou le « *concern* » a un impact négatif indétectable sur les performances d'entreprise.
  - **La fréquence du « *Customer Concern* » :** Les personnes qui évaluent ce sous-critère se basent sur leur expertise pour estimer la fréquence d'occurrence d'un « *concern* » chez les entreprises clientes.
    - ✓ **5 : Fréquence très élevée.** En considérant le segment de marché associé au « *concern* », le « *concern* » est identifié approximativement au sein de 5 entreprises sur 5.
    - ✓ **4 : Fréquence élevée.** En considérant le segment de marché associé au « *concern* », le « *concern* » est identifié approximativement au sein de 4 entreprises sur 5.
    - ✓ **3 : Fréquence moyenne.** En considérant le segment de marché associé au « *concern* », le « *concern* » est identifié approximativement au sein de 3 entreprises sur 5.
    - ✓ **2 : Fréquence faible.** En considérant le segment de marché associé au « *concern* », le « *concern* » est identifié approximativement au sein de 2 entreprises sur 5.

- ✓ **1 : Fréquence très faible.** En considérant le segment de marché associé au « *concern* », le « *concern* » est identifié approximativement au sein de 1 entreprise sur 5.

La note globale associée au critère « impact client » a été calculée comme suit :

$$= \frac{Note_{(impact\ client)_{\text{évaluateur } i}} + Note_{(gravité)_{\text{évaluateur } i}} + Note_{(valeur\ ajoutée)_{\text{évaluateur } i}} + Note_{(fréquence)_{\text{évaluateur } i}}}{3}$$

$Note_{(impact\ client)_{\text{évaluateur } i}}$  constitue la moyenne des notes attribuées par l'évaluateur  $i$  aux trois sous-critères de l'« *impact client* ».

$Note_{(gravité)_{\text{évaluateur } i}}$  constitue la note associée par l'évaluateur  $i$  au sous-critère « *gravité de l'impact négatif sur les performances opérationnelles* ».

$Note_{(valeur\ ajoutée)_{\text{évaluateur } i}}$  constitue la note associée par l'évaluateur  $i$  au sous-critère « *valeur ajoutée* ».

$Note_{(fréquence)_{\text{évaluateur } i}}$  constitue la note associée par l'évaluateur  $i$  au sous-critère « *fréquence du « customer concern* » ».

Ainsi, l'impact client relatif à un « *Customer Concern* » est calculé comme suit :

$$Note_{impact\ client} = \frac{\sum_{i=1}^{i=5} note_{(impact\ client)_{\text{évaluateur } i}}}{5}$$

De la même manière, la difficulté de résolution a été décomposée en quatre sous-critères :

- **Le niveau de technicité requis :** Il s'agit ici d'estimer les savoir-faire et les connaissances théoriques requis pour résoudre le « *concern* ». Plus les exigences relatives au niveau de technicité sont élevées, plus la note associée est importante.
  - ✓ **5 : Niveau de technicité très important.** Le « *concern* » nécessite un niveau d'expertise concernant la maîtrise de la combinaison d'une pratique et de savoirs théoriques.
  - ✓ **4 : Niveau de technicité important.** La technicité requise repose ici sur la maîtrise confirmée de la combinaison d'une pratique et de savoirs théoriques.
  - ✓ **3 : Niveau de technicité moyen.** La technicité requise repose ici sur la maîtrise de la combinaison d'une pratique et de savoirs théoriques (ex : Prélever un échantillon de produit chimique (savoir faire) et assurer un contrôle qualité simple (savoir théorique)).
  - ✓ **2 : Niveau de technicité faible.** La résolution du « *concern* » implique la maîtrise de connaissances théoriques élémentaires dans un périmètre technique spécifique.
  - ✓ **1 : Niveau de technicité très faible.** A ce premier niveau, la résolution du « *concern* » ne requiert pas de technicité particulière et les actions à mettre en place relèvent de la vie courante.
- **Le niveau de complexité :** Dans ce cas, les évaluateurs estiment le niveau d'hétérogénéité des compétences nécessaires pour la résolution du « *concern* ».
  - ✓ **5 : Niveau de complexité très important.** Le système concerné par le « *customer concern* » est instable et imprévisible. Les experts ne s'entendent pas sur ce qu'il faut faire ou comment faire pour répondre au « *concern* ».
  - ✓ **4 : Niveau de complexité important.** Le système concerné par le « *customer concern* » est stable et imprévisible. Les experts ne s'entendent pas sur ce qu'il faut faire ou comment faire pour répondre au « *concern* ».

- ✓ **3 : Niveau de complexité moyen.** Le système concerné par le « *customer concern* » est stable et prévisible. La résolution du « *concern* » nécessite de faire des relations entre des champs de compétences différents.
  - ✓ **2 : Niveau de complexité faible.** Le système concerné par le « *customer concern* » est stable et prévisible. La résolution du « *concern* » nécessite des savoirs et savoir-faire dans un champ de compétence spécifique.
  - ✓ **1 : Niveau de complexité très faible.** Le système concerné par le « *customer concern* » est stable et prévisible. Le « *concern* » peut être assimilé à un problème connu et déjà résolu.
- **Le niveau d'expertise du fournisseur d'automatisme industriel :** Ce critère correspond à la compétence interne dont dispose Schneider Electric pour résoudre le « *concern* ».
    - ✓ **5 : Niveau d'expertise très important.** Le fournisseur d'automatisme industriel est capable de maîtriser le changement. L'entité est capable d'innover dans le domaine professionnel lié au « *concern* ».
    - ✓ **4 : Niveau d'expertise important.** Le fournisseur d'automatisme industriel est capable d'exercer un jugement critique dans la réalisation de tâches professionnelles. Ces tâches sont relatives au champ de compétences liées au « *concern* ».
    - ✓ **3 : Niveau d'expertise moyen.** Le fournisseur d'automatisme industriel est capable d'appliquer les pratiques de façon autonome dans le domaine de compétence lié au « *concern* ». Il est également capable de transférer les savoirs acquis.
    - ✓ **2 : Niveau d'expertise faible.** Le fournisseur d'automatisme industriel conceptualise et contextualise les savoirs, les capacités ou habiletés nécessaires à la réalisation de tâches professionnelles. Ces tâches sont relatives au champ de compétences liées au « *concern* ».
    - ✓ **1 : Niveau d'expertise très faible.** Le fournisseur d'automatisme industriel est capable de reproduire à l'identique des tâches sans forcément comprendre les principes. Les tâches sont relatives au champ de compétences liées au « *concern* ».
  - **L'état de l'art :**
    - ✓ **5 : Technologies « en déclin ».** Les technologies en lien avec le « *concern* » sont connues, maîtrisées et adoptées par l'ensemble des cibles du marché.
    - ✓ **4 : Technologies matures.** Les technologies en lien avec le « *concern* » sont « rôdées ». Elles se banalisent et sont adoptées par la majorité des cibles du marché.
    - ✓ **3 : Technologies grandissantes.** Les technologies en lien avec le « *concern* » commencent à être diffusées. Le marché autour de ces technologies se développe progressivement.
    - ✓ **2 : Technologies « prometteuses » :** Des « *start up* » naissent pour développer et commercialiser des offres basées sur des technologies liées au « *concern* ».
    - ✓ **1: Technologies émergentes :** Des technologies liées au « *concern* » apparaissent. En général, à ce stade, il n'y a que des maquettes/prototypes et la viabilité commerciale n'est pas prouvée.

La note globale associée au critère « *difficulté de résolution* » a été calculée comme suit :

$$\begin{aligned}
 & \text{Note}_{(\text{difficulté de résolution})\text{évaluateur } i} \\
 = & \frac{\text{Note}_{(\text{technicité})\text{évaluateur } i} + \text{Note}_{(\text{complexité})\text{évaluateur } i}}{4} \\
 + & \frac{(5 - \text{Note}_{(\text{expertise Schneider})\text{évaluateur } i})}{4} + \frac{(5 - \text{Note}_{(\text{état de l'art})\text{évaluateur } i})}{4}
 \end{aligned}$$

$Note_{(difficulté\ de\ résolution)_{\text{évaluateur } i}}$  constitue la moyenne des notes attribuées par l'évaluateur  $i$  aux quatre sous-critères de la difficulté de résolution.

$Note_{(technicité)_{\text{évaluateur } i}}$  constitue la note associée par l'évaluateur  $i$  au sous-critère « *niveau de technicité requis* ».

$Note_{(complexité)_{\text{évaluateur } i}}$  constitue la note associée par l'évaluateur  $i$  au sous-critère « *niveau de complexité* ».

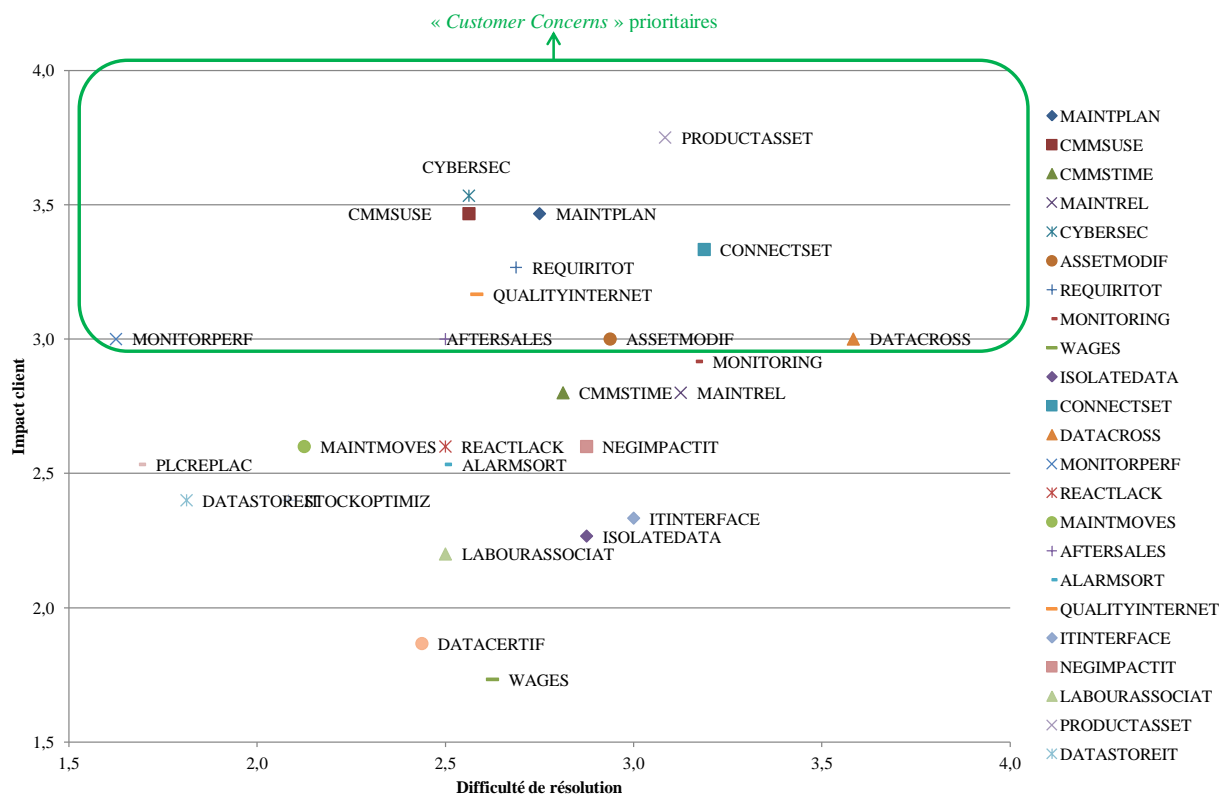
$Note_{(expertise\ Schneider)_{\text{évaluateur } i}}$  constitue la note associée par l'évaluateur  $i$  au sous-critère « *niveau d'expertise du fournisseur d'automatisme industriel* ».

$Note_{(état\ de\ l'art)_{\text{évaluateur } i}}$  constitue la note associée par l'évaluateur  $i$  au sous-critère « *état de l'art* ».

Ainsi, la difficulté de résolution relative à un « *Customer Concern* » est calculée comme suit :

$$Note_{difficulté\ de\ résolution} = \frac{\sum_{i=1}^4 note_{(difficulté\ de\ résolution)_{\text{évaluateur } i}}}{4}$$

L'utilisation des sous-indicateurs et des échelles de notation ci-dessus permettent d'aboutir au graphe présenté dans la **Figure V-30** suivante.



**Figure V-30: Représentation graphique de la classification des 28 « *Customer Concerns* »**

Les « *Customer Concerns* » prioritaires sont donc les suivants :

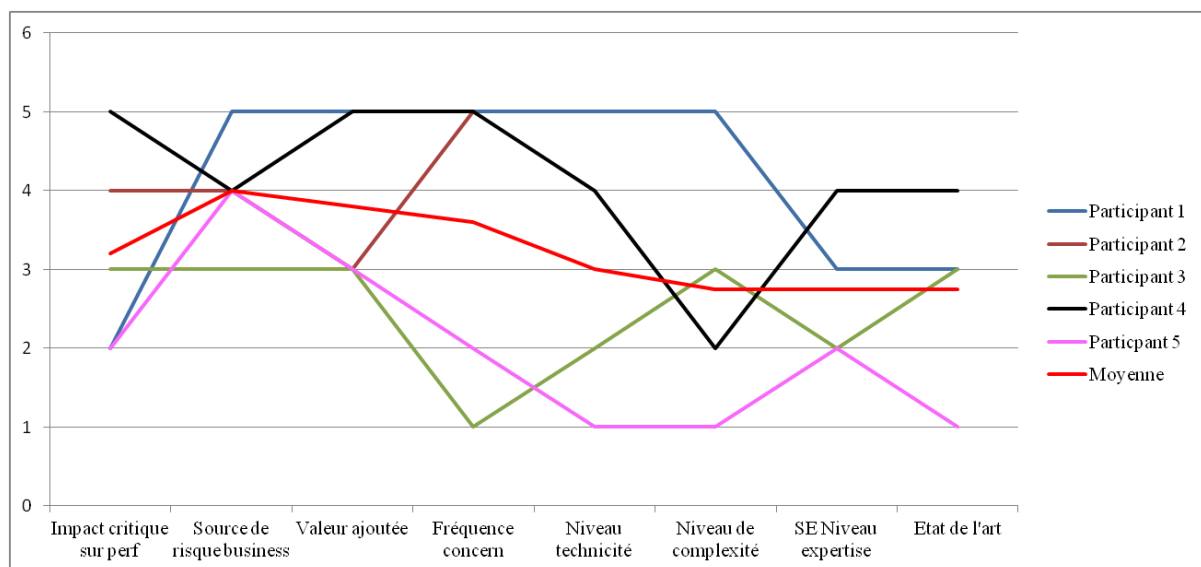
- CC n°1 (MAINT PLAN) : Difficulté de planifier des actions de maintenance préventive.
- CC n°2 (CMMSUSE) : Difficulté à utiliser la fonction GMAO.
- CC n°5 (CYBERSEC) : Difficulté d'assurer la sécurité du réseau informatique industrielle.

- CC n°6 (ASSETMODIF) : Difficulté d'ajouter/modifier une installation.
- CC n°7 (REQUIRETOT) : Difficulté à évaluer les coûts de connexion IT OT.
- CC n°11 (CONNECTSET) : Difficulté de mettre en place les infrastructures de connexion des fonctions IT et OT.
- CC n°12 (DATACROSS) : Difficulté de mutualiser et croiser les données relatives à plusieurs processus d'entreprise.
- CC n°13 (MONITORPERF) : Difficulté de disposer d'une fonction de supervision performante.
- CC n°16 (AFTERSALES) : Difficulté de gérer les réclamations après vente.
- CC n°18 (QUALITYINTERNET) : Difficulté d'avoir une connexion Internet de bonne qualité.
- CC n°23 (PRODUCTASSET) : Difficulté d'améliorer le taux de productivité machine/installation.

La doctorante considère tous les « *Customer Concerns* » à fort impact client comme « prioritaires » et ce, quelque soit la difficulté de résolution. En effet, il est possible que des concurrents aient déjà démarré des projets d'innovation pour répondre aux « *pains* » faciles à résoudre. Ainsi, proposer des solutions pour les « *concerns* » à fort impact client et dont la difficulté de résolution est importante implique des offres avec un potentiel différenciant plus important pour le client.

Ainsi, cette classification de « *Customer Concerns* » permet de sélectionner les « *pains* » à traiter en priorité lors des activités de génération d'un concept.

Les résultats de classification des « *concerns* » doivent être interprétés avec prudence. La doctorante a étudié les profils des notes attribuées par les experts par rapport aux huit sous-indicateurs et pour les différents « *concerns* ». Les profils de réponses mettent en exergue une diversité de points de vue des experts interrogés. Le graphe de la **Figure V-31** donne un exemple type d'attribution de notes par les cinq experts.



**Figure V-31: Profils d'attribution des notes par les experts par rapport aux huit sous-critères pour le « *Customer Concern* » n°1**

La classification des « *Concerns* » a été réalisée par le biais de deux moyennes :

- La moyenne des notes attribuées aux sous-critères relatifs à l'impact client.
- La moyenne des notes attribuées aux sous-critères relatifs à la difficulté de résolution d'un « *pain* ».

La moyenne présente l'avantage d'être simple à calculer et résume une série par une valeur. Cependant, cette variable est sensible aux valeurs extrêmes et cela, d'autant plus que ces valeurs extrêmes diffèrent selon les observations et que l'effectif est petit. Elle permet de faire des compensations et peut contribuer à masquer certains phénomènes.

### 12.1.7 Génération du concept d'offre

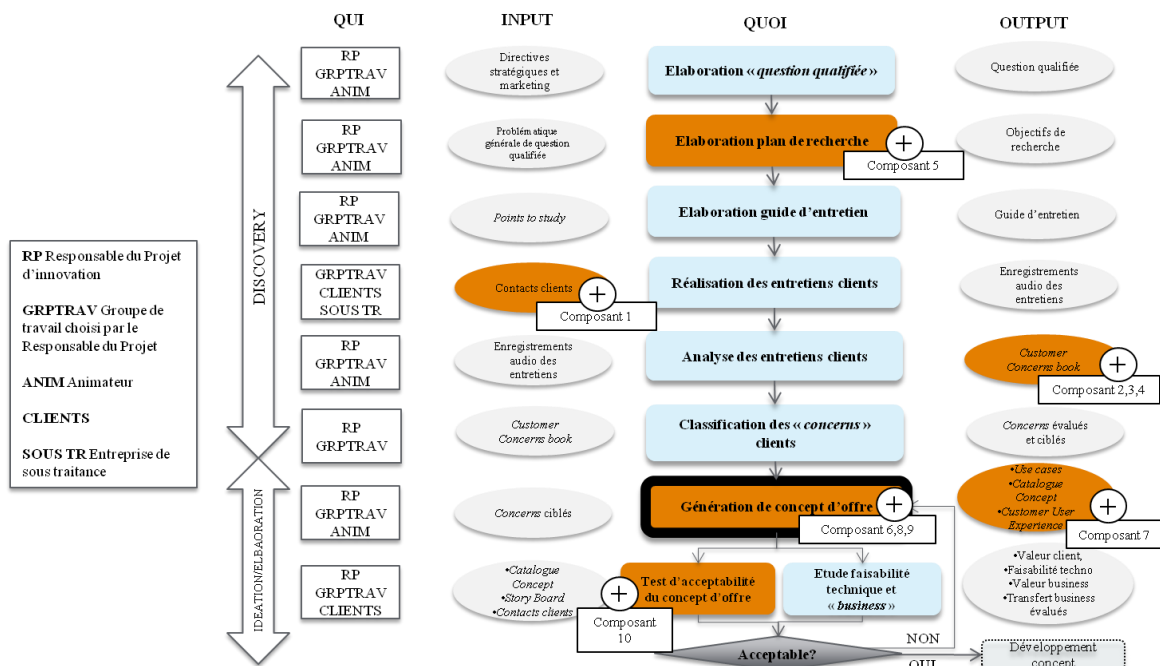


Figure V-32 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « Génération de concept d'offre » dans le processus RACCP

L'utilisation des modèles instanciés (« *Customer Concerns* », profils personas, relations entre acteurs) pour générer des concepts sur un projet d'expérimentation permet un premier test de leur efficacité.

#### • Phase de génération d'idées

La doctorante a réuni quatre personnes employées par le fournisseur d'automatisme industriel qui déploie la phase amont du processus de conception détaillée dans la section 9. Ces quatre personnes constituent un groupe de travail pour cette phase. Ces acteurs sont :

- ✓ Le concepteur en innovation (RP) qui aide la doctorante dans l'expérimentation de la solution méthodologique.
- ✓ Un apprenti ingénieur en innovation. Son rôle est de déployer certaines activités de la phase amont du processus de conception décrit dans la section 9.
- ✓ Un architecte solution. Son rôle est d'imaginer de nouvelles solutions d'automatisme industriel.
- ✓ Un chef de projet. Son rôle est de coordonner et planifier les ressources et activités nécessaires au développement et commercialisation d'une offre d'automatisme industriel.

Ces personnes ont été sensibilisées à la problématique de recherche et porte un intérêt au projet. Leur rôle dans l'entreprise implique de réaliser un travail de veille technologique continu. Leur connaissance et leur expérience professionnelle sont donc des ressources clés pour la phase de génération d'idées. Cette dernière s'est déroulée selon les étapes suivantes :

✓ **Etape 1 : Partage d'informations.**

La doctorante décrit au groupe de travail les « *Customer Concerns* », les profils personas associés, les relations entre personas concernés.

✓ **Etape 2 : Rappel de la finalité du projet d'innovation aux 4 participants.**

La doctorante rappelle ensuite l'intention stratégique de la démarche d'expérimentation de la solution méthodologique : développer des concepts d'offre pour connecter l'OT et l'IT qui soient acceptés par les clients.

✓ **Etape 3 : Génération d'idées**

Le but de cette étape est d'imaginer des solutions aux différents « *concerns* » en s'attaquant à leurs causes tout en considérant les personas et leurs relations. Les quatre participants ainsi que la doctorante proposent d'aggréger des technologies identifiées lors du travail de veille pour générer des idées. Après relecture des informations d'entrée (« *concerns* », profil personas et leurs relations), trois idées émergent.

- Idée 1 : Mettre en place une fonction de connexion entre les automatismes industriels et l'IT incluant la technologie « *Node Red* ». « *Node Red* » est un logiciel proposant une interface graphique pour transformer des protocoles de communication. Cette transformation peut s'opérer entre des entités OT et IT (IBM Emerging Technologies, 2016).
- Idée 2 : Intégrer une fonction de connexion entre les automatismes industriels Schneider Electric et l'IT en utilisant la technologie « *Factory Cast* ». « *Factory Cast* » est une carte électronique intégrée dans les automates programmables industriels de Schneider Electric. Elle permet de transformer des protocoles de communication entre des automates Schneider Electric et l'IT dans des langages informatiques spécifiques comme C ou JAVA (Schneider Electric, 2016).
- Idée 3 : Intégrer une fonction de connexion entre les automatismes industriels Schneider Electric et l'IT en utilisant la technologie « *Web Services* ». Cette technologie permet d'intégrer dans le langage de programmation des automates Schneider Electric la possibilité de gérer des « *Web Services* » (Wollams, 2005).

✓ **Etape 4 : Evaluation des idées**

Pour évaluer les idées générées, le groupe de travail considère les trois critères C1, C2 et C3 suivants :

- C1 : L'idée doit réduire ou supprimer les causes des « *Customer Concerns* » ciblés par l'idée. L'objectif est de réduire ou supprimer les impacts de ces différents « *Customer Concerns* ».
- C2 : L'idée doit correspondre aux profils des personas impliqués par les « *concerns* ».
- C3 : L'idée ne doit pas perturber les flux entre personas impliqués par les « *concerns* ».



Les échelles d'évaluation relatives aux différents critères sont détaillées ci-après. L'expression « *Customer Concern ciblés* » montre que les idées générées couvrent une partie des « *concerns* » listés.

L'échelle d'évaluation utilisée pour le critère C1 est :

- +++ : Réduction ou suppression totale des causes des « *concerns* » ciblés.
- ++ : Réduction ou suppression partielle des causes des « *concerns* » ciblés.
- + : Réduction ou suppression très partielle des causes des « *concerns* » ciblés.

L'échelle d'évaluation utilisée pour les critères C2 et C3 est :

- ++ : Evaluation très positive.
- + : Evaluation positive.
- - : Evaluation négative.
- -- : Evaluation très négative.

En suivant la méthode précédemment explicitée, les experts du groupe de travail ont établi l'évaluation synthétisée dans le **Tableau V-15**.

**Tableau V-15: Evaluation des idées générées**

Idées Critères	Idée 1	Idée 2	Idée 3
<b>C1</b>	+++	+	+
<b>C2</b>	++	--	++
<b>C3</b>	++	--	++

Les idées 2 et 3 ne sont donc pas retenues pour être enrichies mais sont archivées. L'idée 1 est donc éligible pour la phase d'élaboration des OIC. Cette étape va permettre d'enrichir et peaufiner l'idée.

- **Phase d'élaboration des OIC**

- ✓ **Liste des scénarios d'usage**

La doctorante ainsi que le RP décrivent ensuite les « *use cases* » relatifs à l'idée 1. Pour cela, deux outils sont utilisés : la description des « *Customer Concerns* » ciblés et la description des phases du cycle de vie du concept. Les « *use cases* » relatifs à ces deux outils sont détaillés ci-dessous. La doctorante montre ensuite comment la description de ces derniers permet d'enrichir le concept.

- **Outil 1 : La liste des « *Customer Concerns* » ciblés par l'idée 1.**

La méthode consiste à renseigner les catégories d'information d'un « *use case* » en fonction des « *Customer Concerns* ».

Les titres des « *use cases* » sont décrits en fonction du titre des « *concerns* » ciblés. Pour rappel, l'expression « ciblé » montre que les CC ne sont pas tous couverts par l'idée. L'idée 1 répond aux « *concerns* » suivants : CC n°1, CC n°2, CC n°5, CC n°6, CC n°7, CC n°11.

Par ailleurs, la finalité d'un scénario vise à réduire les impacts d'un « *concern* ». Par conséquent, ces impacts permettent de formuler l'objectif opérationnel d'un « *use case* ».

Les phases du cycle de vie du concept d'offre sont déduites des étapes du « *use case* ».

Les personas impliqués dans les « *Customer Concerns* » ciblés peuvent constituer un support pour déterminer les personas interagissant dans chaque « *use case* ». Les graphes de relations entre acteurs permettent d'identifier l'ensemble des personas impliqués.

Les étapes du scénario d'usage doivent montrer comment l'idée s'attaque à la cause des difficultés ciblées pour réduire les impacts d'un « *concern* ». Le **Tableau V-16** synthétise l'ensemble des « *use cases* » ainsi identifiés.

**Tableau V-16 : Liste des « *use cases* » tirés des « *Customer Concerns* »**

Use cases Catégorie d'information	Use case 1
« <i>Customer Concern</i> » ciblé dans « <i>use case</i> »	CC n° 1 : Difficulté à planifier des actions de maintenance préventive
Titre	Planification des actions de maintenance préventive
Objectif opérationnel	Réduire la fréquence d'arrêts du procédé industriel
Phase du cycle de vie du concept d'offre	Exploitation et modification
Personas impliqués	Responsable maintenance exploitation, Responsable production, Automatisme et informatique industrielle.
Etapes	<p><b>Etape 1 :</b> Le responsable production demande au responsable maintenance exploitation d'optimiser la fréquence des arrêts programmés pour les actions de maintenance préventive. Ces arrêts pénalisent ses indicateurs de performances clés (exemple : « <i>Overall Equipment Efficiency</i> »).</p> <p><b>Etape 2 :</b> Le Responsable maintenance exploitation demande au persona Automatisme et informatique industrielle de connecter les automatismes industriels et le logiciel GMAO de l'entreprise.</p> <p><b>Etape 3 :</b> Le persona automatisme et informatique industrielle consulte l'informatique pour identifier l'interface de programmation et l'infrastructure de communication utilisées par la GMAO.</p> <p><b>Etape 4 :</b> L'automaticien crée donc le flux de données entre les entités. Les données utiles et envoyées à la GMAO pour la planification sont : le temps de fonctionnement des installations ou le nombre de cycles des machines.</p> <p><b>Etape 5 :</b> En fonction des données reçues et stockées, la GMAO planifie automatiquement les actions de maintenance en fonction du taux d'utilisation réelle des installations.</p>
Use cases Catégorie d'information	Use case 2
« <i>Customer Concern</i> » ciblé dans « <i>use case</i> »	CC n° 2 : Difficulté à renseigner les données relatives au fonctionnement machines dans la GMAO.
Titre	Saisie des données relatives au fonctionnement machines dans la GMAO.
Objectif opérationnel	Réduire les coûts des activités de maintenance.

Phase du cycle de vie du concept d'offre	Exploitation et modification
Personas impliqués	Responsable maintenance exploitation, Responsable production, opérateur maintenance exploitation, Automatismes et informatique industrielle.
Etapes	<p><b>Etape 1 :</b> L'opérateur de maintenance exploitation réalise une action de maintenance sur une installation. Il ne saisit pas les données relatives à son action dans la GMAO. Les données à renseigner sont : les pièces/composants utilisés pour effectuer ses opérations de maintenance, le temps passé sur l'installation, les tâches effectuées. Par conséquent, le responsable de maintenance exploitation éprouve des difficultés à communiquer au responsable de production les mesures des indicateurs clés communs (exemple : « <i>Mean Time Between Failures</i> », « <i>Mean Time To Repair</i> »).</p> <p><b>Etape 2 :</b> Le Responsable maintenance exploitation demande au persona automatisme et informatique industrielle de connecter les automatismes industriels et le logiciel GMAO de l'entreprise. Il indique à l'automaticien :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-les types de données à remonter automatiquement lors d'une opération de maintenance.</li> <li>-la procédure actuelle de saisie des données à automatiser : l'opérateur de production crée la fiche de panne, le responsable maintenance crée le bon de travail, l'opérateur de maintenance acquitte le bon de travail et répare. Enfin, il renseigne son bon de travail.</li> </ul> <p><b>Etape 3 :</b> Le persona automatisme et informatique industrielle consulte l'informatique pour identifier l'interface de programmation et l'infrastructure de communication utilisées par la GMAO.</p> <p><b>Etape 4 :</b> L'automaticien permet un échange de données entre les machines et la GMAO (exemple : pièces remplacées lors des actions de maintenance, informations liées au bon de travail). Il automatise ainsi la procédure de saisie des données pour les activités de maintenance.</p> <p><b>Etape 5 :</b> En fonction des données reçues et stockées dans la GMAO, le responsable maintenance exploitation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-calcule ses indicateurs de performance clé.</li> <li>-engage des actions d'amélioration des activités de maintenance.</li> </ul>
Use cases	Use case 3
Catégorie d'information	
« <i>Customer Concern</i> » ciblé dans « <i>use case</i> »	CC n° 5 : Difficulté à assurer la sécurité du réseau informatique industrielle.
Titre	Protection du réseau informatique industrielle.
Objectif opérationnel	Réduire le risque de piratage du réseau d'entreprise.
Phase du cycle de vie du concept d'offre	Conception et Installation ; Exploitation et modification

Personas impliqués	Informatique, DSI, Automatismes et informatique industrielle
Etapes	<p><b>Etape 1</b> : La DSI rappelle la politique IT d'entreprise au persona informatique.</p> <p><b>Etape 2</b> : Le persona informatique rappelle à son homologue automaticien la politique IT d'entreprise.</p> <p><b>Etape 3</b> : L'automaticien active les fonctionnalités de cybersécurité (exemple : activation du cryptage des données échangées entre l'OT et l'IT, activation du firewall, paramétrage proxy). Ces fonctionnalités sont intégrées dans la fonction de connexion IT OT. Lors de l'activation, l'automaticien tient compte des prérogatives liées à la cybersécurité libellées par la DSI (phase Conception et Installation).</p> <p><b>Etape 4</b> : L'automaticien s'assure du respect des règles de cybersécurité lorsque les données sont échangées entre les automatismes et l'IT (phase Exploitation et modification).</p>
Use cases	<b>Use case 4</b>
Catégorie d'information	
« Customer Concern » ciblé dans «use case»	CC n° 6 : Difficulté à ajouter/modifier une installation.
Titre	Ajout/Modification d'une installation.
Objectif opérationnel	Réduire les investissements nécessaires à l'évolution des infrastructures de communication.
Phase du cycle de vie du concept d'offre	Exploitation et modification
Personas impliqués	Automatismes et informatique industrielle, Méthodes conception, Responsable production, Industrialisation, EPC/OEM/OEM Process/SI.
Etapes	<p><b>Etape 1</b> : Le responsable production investit sur une nouvelle installation ou machine en fonction de la stratégie industrielle mise en place par les méthodes conception ou l'industrialisation.</p> <p>-Cette nouvelle installation utilise un protocole de communication différent de celui utilisé par les machines et installations existantes.</p> <p>-Les formats ou domaines de stockage des données à envoyer à l'IT diffèrent par rapport aux données actuelles.</p> <p>-Le nombre de flux de données IT-OT augmente. La banque passante diminue.</p> <p><b>Etape 2</b> : L'EPC/OEM/OEM Process/SI mettent en place la machine ou l'installation au sein du procédé industriel.</p> <p><b>Etape 3</b> : Le responsable production demande au persona automatisme et informatique industrielle d'étendre les connexions IT OT déjà présentes aux nouvelles installations.</p> <p><b>Etape 4</b> : Le persona automatisme et informatique industrielle consulte l'informatique pour identifier l'interface de programmation et l'infrastructure de communication utilisées par les logiciels IT.</p> <p><b>Etape 5</b> : L'automaticien crée donc les flux de données entre les automatismes des nouvelles installations et l'IT. Ces flux de données doivent avoir la même</p>

	<p>structure que ceux existant entre les machines déjà présentes et l'IT. L'étape 4 doit montrer que l'idée 1 permet de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-se connecter à l'IT quel que soit le protocole de communication utilisé.</li> <li>-sélectionner simplement les données à remonter (pas de développement informatique).</li> <li>-incrémenter de manière modulaire de nouveaux équipements dans les systèmes industriels.</li> <li>-utiliser des protocoles IT permettant d'optimiser l'utilisation de la bande passante.</li> </ul>
<b>Use cases</b>	<b>Use case 5</b>
<b>Catégorie d'information</b>	
« <i>Customer Concern</i> » ciblé dans « <i>use case</i> »	CC n°7 : Difficulté à évaluer les coûts de connexion IT OT
Titre	Evaluation des coûts de connexion IT OT
Objectif opérationnel	Réduire les coûts de connexion IT OT
Phase du cycle de vie du concept d'offre	Exploitation et modification
Personas impliqués	Responsable production, Automatismes et informatique industrielle, EPC, SI, informatique/industrialisation informatique.
Etapes	<p><b>Etape 1 :</b> Le responsable production demande au persona automatisme et informatique industrielle ou EPC/SI de connecter les installations à l'IT ou d'améliorer la connexion existante.</p> <p><b>Etape 2 :</b> L'automaticien ou EPC/SI consulte l'informatique/industrialisation informatique pour identifier l'interface de programmation et l'infrastructure de communication utilisées pour se connecter à l'IT.</p> <p><b>Etape 3 :</b> L'automaticien ou EPC/SI évalue ensuite les fonctionnalités de la solution proposée par l'idée 1. Son évaluation montre que la solution est modulaire. Elle intègre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-des options de connexion à n'importe quelle machine.</li> <li>-une possibilité d'intégration par rapport à n'importe quelle infrastructure de communication.</li> <li>-des options de connexion à n'importe quelle fonction IT.</li> </ul> <p>Pour chaque exigence fonctionnelle liée à la connexion IT-OT et listée par le responsable production, un service existe. L'automaticien associe facilement un coût à chaque service.</p> <p><b>Etape 4 :</b> Le persona automatisme et informatique industrielle ou EPC/SI présente son évaluation des coûts au responsable production. Ce dernier valide la solution envisagée pour répondre à ses exigences.</p>

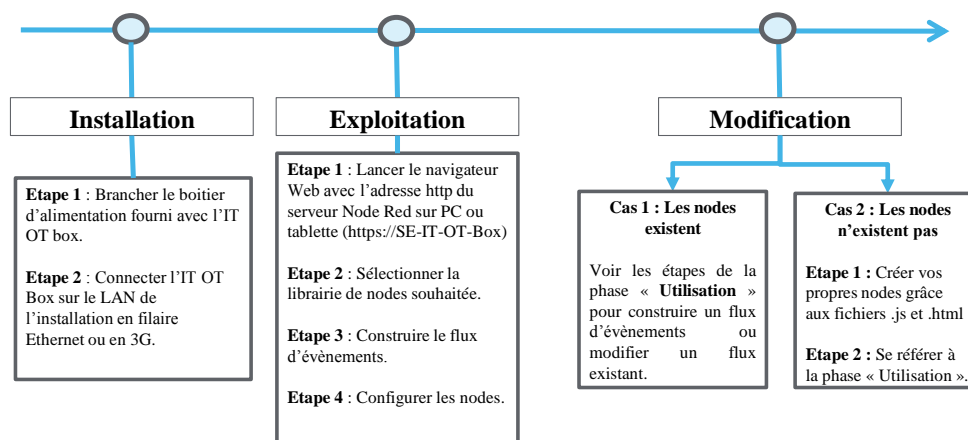
Use cases	Use case 6
<b>Catégorie d'information</b>	
« <i>Customer Concern</i> » ciblé dans « <i>use case</i> »	CC n°11 : Difficulté à mettre en place les infrastructures de connexion des fonctions IT et OT.
Titre	Mise en place des infrastructures de connexion IT et OT
Objectif opérationnel	-Augmenter la fiabilité des indicateurs liés au processus de production ou de mise à disposition d'un service. -Faciliter la planification des actions de production et maintenance. -Réduire le nombre de fichiers Excel générés pour la gestion des infrastructures OT.
Phase du cycle de vie du concept d'offre	Conception et Installation
Personas impliqués	Automatisme et informatique industrielle, Méthodes conception, Responsable production, Industrialisation, EPC/OEM/OEM Process/SI.
Etapas	<b>Les étapes sont identiques à celles du use n°4.</b>

- **Enrichissement du concept : « Use cases » relatifs à l'outil 1**

Pour permettre le déroulement des étapes des « *use cases* » n° 1 et n° 2, la doctorante et le RP ont imaginé une fonction supplémentaire à intégrer dans le concept d'offre. Cette fonction est : calculer l'état de la machine automatiquement (exemple : arrêt, panne, temps de fonctionnement cumulé). La solution technique pour répondre à cette fonction est un capteur mesurant la consommation énergétique.

- **Outil 2 : La description des phases du cycle de vie du concept d'offre**

Les phases du cycle de vie du concept sont celles du cycle de vie OT. Elles ont été explicitées lors de la description de la **Figure IV-24**.



**Figure V-33: Phases du cycle de vie du concept d'offre**

La méthode consiste à identifier les « *use cases* » inhérents aux phases du cycle de vie du concept d'offre. Ces phases sont présentées sur la **Figure V-33**. La doctorante et le RP ont alors décrit les « *use cases* » qui apparaissent dans le **Tableau V-17**.

**Tableau V-17: Liste des « use cases » tirés du cycle de vie du concept d'offre**

Use cases	Use case 7
<b>Catégorie d'information</b>	
Titre	Installation du support hardware de la fonction de connexion IT-OT
Objectif opérationnel	Mettre en service la fonction de connexion IT-OT
Phase du cycle de vie du concept d'offre	Installation
Personas impliqués	Automatisme et informatique industrielle.
Etapes	<p><b>Etape 1 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » branche l'alimentation électrique du support « <i>hardware</i> » de la fonction de connexion IT-OT dans l'armoire automates.</p> <p><b>Etape 2 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » branche le hardware au LAN (« <i>Local Area Network</i> ») de l'armoire automates.</p> <p><b>Etape 3 :</b> Le persona automatisme et informatique industrielle connecte le hardware à l'IT via un modem 3G ou en filaire via le LAN du site industriel.</p>

Use cases	Use case 8
<b>Catégorie d'information</b>	
Titre	Configuration de nodes
Objectif opérationnel	Créer un flux de données entre une fonction OT et IT.
Phase du cycle de vie du concept d'offre	Exploitation
Personas impliqués	Automatisme et informatique industrielle.
Etapes	<p><b>Etape 1 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » branche sa tablette ou son PC via un support Ethernet à l'armoire automates.</p> <p><b>Etape 2 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » lance le navigateur Web et saisit l'adresse « http » du serveur Node Red (exemple : <a href="https://SE-IT-OT-Box">https://SE-IT-OT-Box</a>)</p> <p><b>Etape 3 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » sélectionne la librairie de nodes souhaitée.</p> <p><b>Etape 4 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » construit le flux de données.</p> <p><b>Etape 5 :</b> Il configure les nodes. Il s'agit de renseigner les boites de dialogue de chaque node du flux</p>
Use cases	Use case 9
<b>Catégorie d'information</b>	
Titre	Modification de flux de données avec des nodes existants
Objectif opérationnel	Modifier ou ajouter un flux de données entre une fonction OT et IT avec des nodes existants.
Phase du cycle de vie du concept d'offre	Modification
Personas impliqués	Automatisme et informatique industrielle.
Etapes	<p><b>Etape 1 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » branche sa tablette ou son PC en Ethernet à l'armoire automates.</p> <p><b>Etape 2 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » lance le navigateur Web et saisit l'adresse « http » du serveur Node Red (exemple : <a href="https://SE-IT-OT-Box">https://SE-IT-OT-Box</a>)</p> <p><b>Etape 3 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » sélectionne la librairie de nodes souhaitée.</p> <p><b>Etape 4 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » construit un nouveau flux d'évènements ou modifie un flux de nodes existant.</p> <p><b>Etape 5 :</b> Il configure les nodes. Il s'agit de renseigner les boites de dialogue de chaque node du flux.</p>



Use cases	Use case 10
<b>Catégorie d'information</b>	
Titre	Modification de flux de données créés à partir de nouveaux nodes
Objectif opérationnel	Modifier ou ajouter un flux de données entre une fonction OT et IT avec des nouveaux nodes.
Phase du cycle de vie du concept d'offre	Exploitation
Personas impliqués	Automatisme et informatique industrielle, informatique/industrialisation informatique.
Etapes	<p><b>Etape 1 :</b> L'informatique/industrialisation informatique crée ses propres nodes via la création de fichiers aux formats javascript et html. Le site Web de « <i>Node Red</i> » permet de guider pour cette étape (Technologies, 2016).</p> <p><b>Etape 2 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » branche sa tablette ou son PC en Ethernet à l'armoire automates.</p> <p><b>Etape 3 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » lance le navigateur Web et saisit l'adresse « http » du serveur Node Red (exemple : https://SE-IT-OT-Box)</p> <p><b>Etape 4 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » sélectionne la librairie de nodes souhaitée.</p> <p><b>Etape 5 :</b> Le persona « Automatisme et informatique industrielle » construit un nouveau flux d'évènements ou modifie un flux de nodes existant.</p> <p><b>Etape 6 :</b> Il configure les nodes. Il s'agit de renseigner les boites de dialogue de chaque node du flux</p>

▪ **Enrichissement du concept : « Use cases » relatifs à l'outil 2**

Pour permettre le déroulement des étapes du « use case » n° 7, la doctorante et le RP ont défini le support « *hardware* » de la fonction de connexion IT-OT. Le « *hardware* » est installé par le persona « automatisme et informatique industrielle ». Ainsi, ce support physique doit sembler familier à l'automatisme pour pouvoir le manipuler. Ainsi, la doctorante et le RP ont décidé d'intégrer la fonction de connexion dans une carte électronique incluse dans un module similaire à un automate programmable industriel. Ce format « *hardware* » a inspiré le nom attribué à l'idée 1 : « *IT OT Box* ». Cette structure est représentée sur la **Figure V-34**.

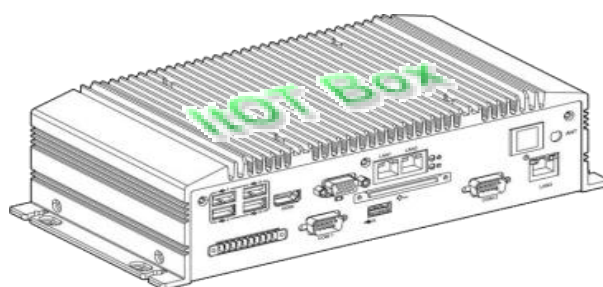


Figure V-34: Support « hardware » de l'« IT OT Box »

✓ **Elaboration du « Catalogue Concept »**

La doctorante et le RP instancient les catégories d'information d'un « catalogue concept ». Ces informations sont synthétisées par le **Tableau V-18**.

**Tableau V-18: Informations à détailler pour le « catalogue concept » de l'« IT OT Box »**

<b>Le titre du concept d'offre</b>	« IT OT Box »
<b>Les segments de marché ciblés</b>	Entreprises manufacturières, entreprises mettant en œuvre des processus industriels, infrastructures
<b>Les « Customer Concerns » ciblés</b>	CC n°1 : Difficulté à planifier des actions de maintenance préventive CC n°2 : Difficulté à renseigner les données relatives au fonctionnement machines dans la GMAO CC n°5 : Difficulté à assurer la sécurité du réseau informatique industrielle CC n°6 : Difficulté à ajouter/modifier une installation CC n°7 : Difficulté à évaluer les coûts de connexion IT OT CC n°11 : Difficulté à mettre en place les infrastructures de connexion des fonctions IT et OT
<b>La description de l'offre</b>	Les composants de l'offre sont : -Une partie « hardware » : un boîtier de connexion. -Une partie « software » : « Node Red » permet la création de flux de données entre l'OT et l'IT via une librairie de « nodes ». Ces noeuds de connexion sont à positionner et configurer à partir d'une interface graphique. Le concept d'offre permet de connecter n'importe quelle machine à n'importe quelle fonction IT par le biais d'une configuration graphique.
<b>Scénarios d'usage</b>	Les « use cases » 1 à 10 sont regroupés et synthétisés dans le

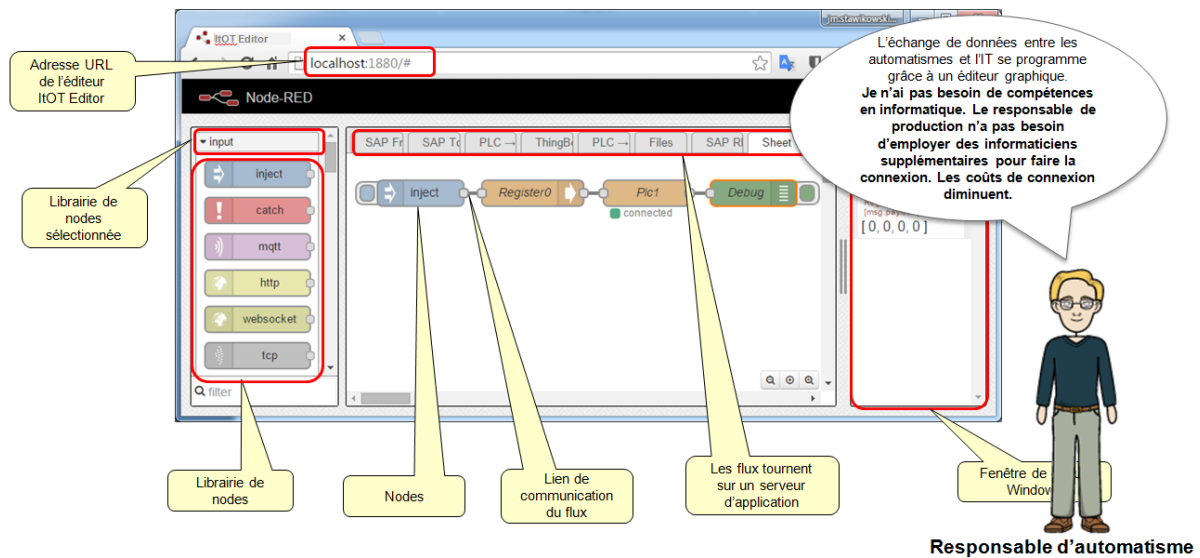
	Catalogue Concept. Le but est de permettre aux différents acteurs impactés par le concept de comprendre l'offre pour émettre un avis objectif.
<b>UVP et autres valeurs de l'offre</b>	<p>Caractériser l'UVP nécessite de répondre aux questions suivantes :</p> <p><b>-Quelles sont les « <i>Customer Concerns</i> » auxquels le concept d'offre répond ?</b>  Les « <i>Customer Concerns</i> » ciblés sont : CC n°1, CC n°2, CC n°5, CC n°6, CC n°7, CC n°11.</p> <p><b>-Quelle est la valeur pour le client ?</b>  Le concept d'offre « <i>IT OT Box</i> » nécessite une personne (acteur « automatisme et informatique industrielle) pour connecter les installations à l'IT. Celle-ci n'a aucune ligne de code informatique à écrire. Avant l'« <i>IT OT Box</i> », la connexion nécessitait deux personnes. Chacune élaborait plusieurs milliers de lignes de codes. Sur avis de deux experts (responsable R&amp;D et responsable maintenance au sein d'un fournisseur d'automatisme industriel), le coût pour développer 1000 lignes de code se situe entre 15 000€ et 40 000€. Par conséquent, le coût de connexion IT OT diminue.</p> <p>D'autre part, ABB (Vasel, 2015) met en exergue une étude faite par Shell Global Solutions. Celle-ci indique que 63% des actions de maintenance réalisées n'aboutissent à aucune action à valeur ajoutée. Ainsi, des actions de maintenance sont enclenchées sur des installations qui ne sont pas en panne ou des composants peu utilisés sont remplacés de manière préventive. L'IT OT Box permet au responsable de maintenance exploitation de cibler les données pertinentes à remonter vers l'IT afin de déclencher des actions en fonction du réel besoin.</p> <p><b>-Qu'est-ce qui caractérise l'unicité du concept d'offre proposé en comparaison aux propositions d'offre des concurrents ?</b>  Les solutions actuelles permettant de connecter des logiciels IT (multi-protocoles) à des machines ou installations (multi-protocoles) sont difficiles à mettre en place et à maintenir. La facilité d'usage et de maintenance permise par l'interface graphique constitue donc un apport différenciant.</p>

La doctorante illustre quelques parties du catalogue concept. Ces illustrations permettent de montrer comment la doctorante tient compte des recommandations énoncées dans la section 10 pour élaborer les OIC.

Tout d'abord, la description du concept doit montrer que les fonctions de la solution tiennent compte des caractéristiques et relations des personas impliqués pour résoudre les « *concerns* » (recommandation 3). Dans le catalogue, la doctorante donne alors la parole à des personnages fictifs

représentant les personas liés au concept. Leur apparition permet de justifier de la compatibilité entre les fonctions ou caractéristiques de l'offre et leurs profils. Un exemple est donné sur la **Figure V-35**.

## Software : Editeur graphique IT OT Box



**Figure V-35: Exemple de description d'une partie du concept « IT OT Box »**

Ensuite, les étapes des « use cases » doivent montrer que les usages projetés dans les scénarios prennent en compte les caractéristiques, comportements et relations entre les différents acteurs. De la même manière, la doctorante donne alors la parole à des personnages fictifs représentant les personas liés au concept. Leur apparition permet d'explicitier leurs relations ainsi que leurs comportements par rapport au concept. Ceci permet de justifier de la compatibilité entre les fonctions ou caractéristiques de l'offre et leurs profils et relations. Deux exemples relatifs aux étapes 1 et 3 du « use case » 1 sont donnés sur la **Figure V-36** et la **Figure V-37**.

## Planification des actions de maintenance préventive – Etape 1

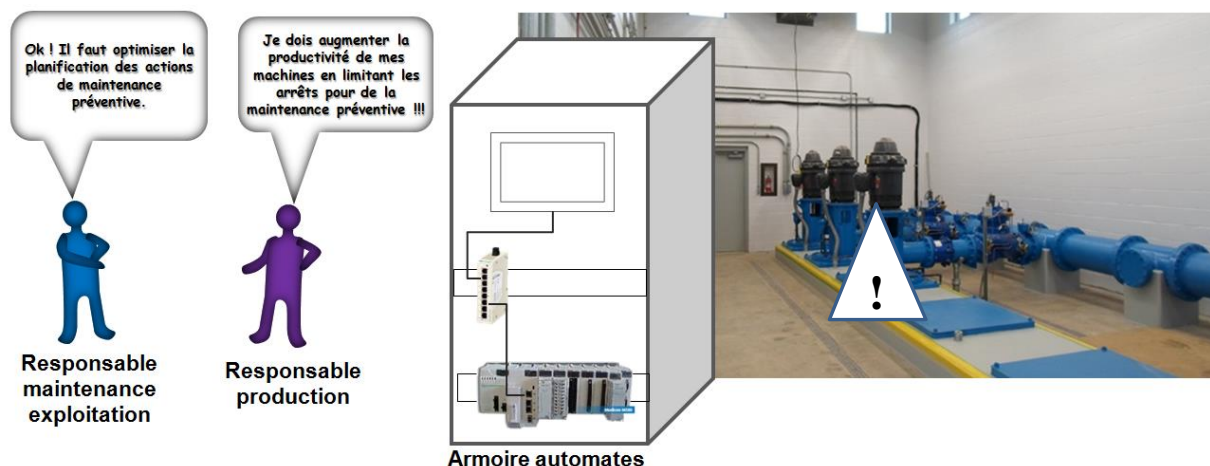


Figure V-36: Présentation de l'étape 1 du « use case » 1 dans le catalogue concept « IT OT Box »

Cette étape du « use case » montre clairement le persona qui ressent le « *pain* » et celui qui est en mesure de résoudre le « *concern* ». En effet, le responsable production veut améliorer sa productivité diminuée par les arrêts machines. La planification des actions de maintenance préventive fait partie du périmètre d'action du responsable maintenance exploitation. Ce champ d'action est déduit de la variable « Buts/objectifs » du profil persona. Son rôle est donc d'engager les actions nécessaires pour résoudre le « *concern* » du demandeur. Les étapes suivantes du « use case » montrent que cette mise en œuvre est facilitée par l'« IT OT Box ».

### Planification des actions de maintenance préventive – Etape 3

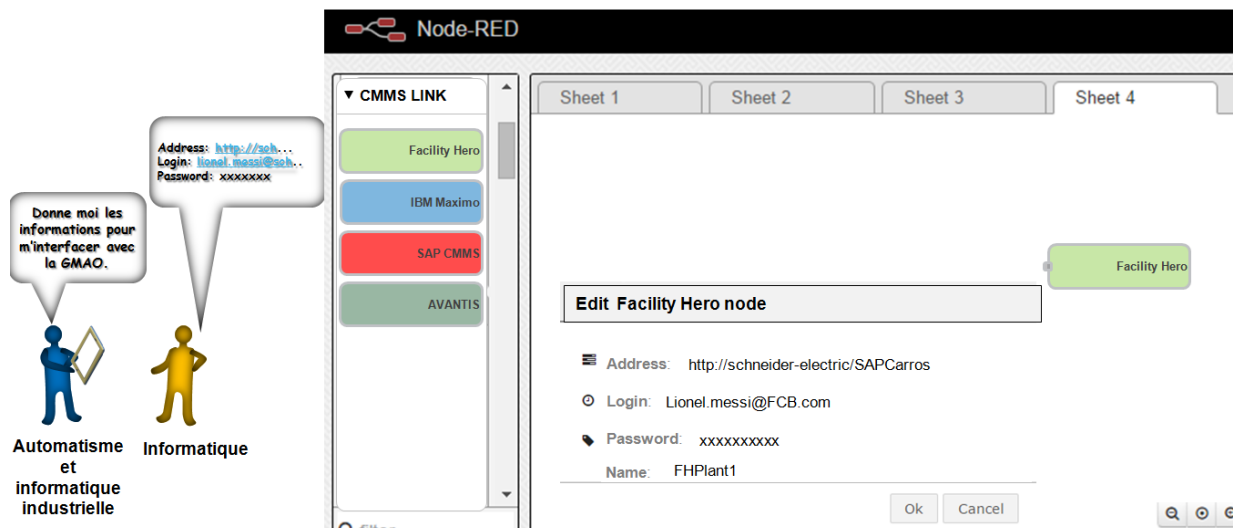


Figure V-37: Présentation de l'étape 3 du « use case » 1 dans le catalogue concept « IT OT Box »

Le persona « Automatisme et informatique industrielle » aide le responsable maintenance exploitation à résoudre le « concern » du responsable production. Pour cela, il met en place une connexion entre les machines et la GMAO. Il consulte l'informatique pour obtenir les informations nécessaires pour s'interfacer avec le logiciel. Il construit seul la connexion IT-OT. Auparavant, les deux personas étaient impliqués dans la mise en place de la connexion. Ainsi, cette étape du « use case » permet de mettre en exergue un changement dans les relations entre acteurs. Ce changement est positif car il implique moins d'investissement pour le responsable production.

#### ✓ Identification des acteurs concernés par « IT OT Box »

Le composant 8 proposé dans la section 10 énumère une liste de questions permettant de guider la recherche des personas concernés par un concept. La doctorante et le RP exploitent donc ces questions pour déterminer les acteurs concernés par l'« IT OT Box ». Les réponses à chacune des questions dépendent des phases du cycle de vie OT considéré : Conception/Installation et Modification/Exploitation. Le **Tableau V-19** permet de lister les acteurs impactés par le concept « IT OT Box ».

**Tableau V-19: Liste des acteurs impactés par le concept « IT OT Box »**

Cycle de vie OT Questions	Conception/Installation	Modification/Exploitation
Qui ressent les «concern» ?	CC n° 1 : Responsable maintenance exploitation, Responsable production CC n° 2 : Responsable maintenance exploitation, Responsable production, Opérateur maintenance exploitation CC n°5 : Informatique, DSI, Automatisation et informatique industrielle CC n°6 : Informatique, Automatisation et informatique industrielle, Méthodes conception, Responsable production, Industrialisation, Industrialisation informatique, EPC/OEM/OEM Process/SI CC n°7 : Industrialisation, Méthodes conception, Responsable production, Responsable maintenance exploitation, Industrialisation informatique, Informatique, Automatisation et informatique industrielle, EPC/SI, DSI. CC n°11 : EPC/SI/OEM/OEM Process, Automatisation et informatique industrielle, DSI, Informatique, Méthodes conception	
Qui utilise l'offre ?	Automatisation et informatique industrielle ou EPC ou SI	Automatisation et informatique industrielle ou EPC ou SI
Qui investit ?	Responsable production	Responsable production
Qui régleme ?	DSI	DSI
Qui conseille ?	Responsable production, Méthodes conception, Infrastructure opérationnelle, Responsable maintenance exploitation, Automatisation et informatique industrielle, Industrialisation informatique, Informatique	Responsable production, Méthodes conception, Infrastructure opérationnelle, Responsable maintenance exploitation, Automatisation et informatique industrielle, Industrialisation informatique, Informatique

✓ **Identification de l'impact du concept sur les personas concernés par « IT OT Box »**

Le composant 9 propose une méthode et des outils pour caractériser l'impact potentiel du concept élaboré sur les profils personas ainsi que sur leurs relations. Ces outils sont explicités dans la section 10.

- **Etape 1** : Caractérisation de l'impact du concept sur les profils des personas concernés

Pour cette étape, la doctorante et le RP associe des points (+1 point, -1 point ou 0 point) en fonction de l'impact positif, négatif ou neutre du concept sur les variables des profils personas concernés. Le résultat de cette évaluation est consigné dans le **Tableau V-20**.

**Tableau V-20: Evaluation des impacts du concept « IT OT Box » sur les personas concernés**

	<b>Données personnelles</b>	<b>Influences</b>	<b>Buts/Objectifs</b>	<b>Moyens d'action</b>	<b>Problèmes/Contraintes</b>	<b>Moteurs d'action</b>
Automatisme et informatique industrielle	0	1	1	1	1	1
EPC	0	1	1	1	1	1
DSI		0	0	0	1	1
Méthodes Conception		1	1	1	1	1
Responsable maintenance exploitation		0	0	0	0	1
Informatique		0	1	1	1	1
Industrialisation		0	0	1	0	0

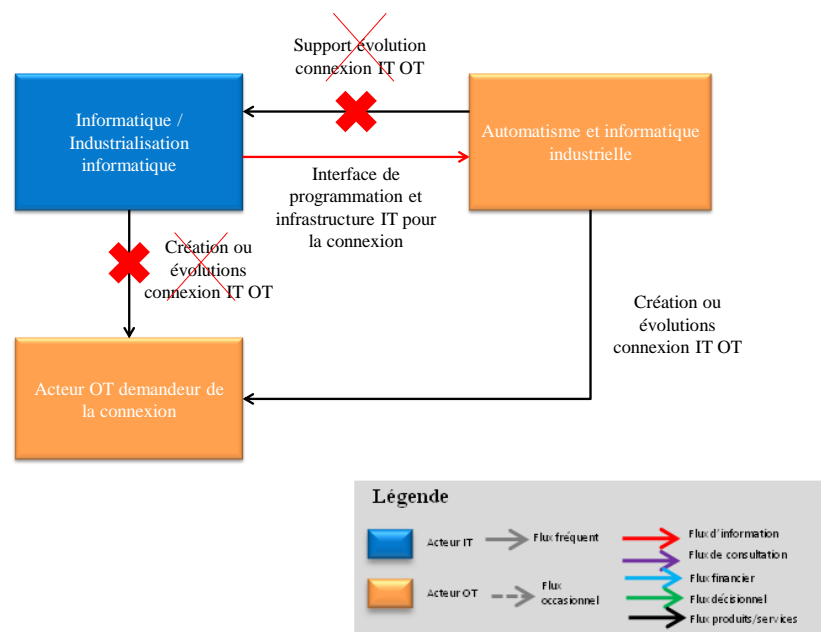


La doctorante émet trois remarques par rapport au **Tableau V-20**:

- Les impacts positifs ou neutres du concept montrent qu'il n'est pas nécessaire de peaufiner le concept pour inhiber tout rejet potentiel. Cette caractérisation des impacts permet de vérifier la prise en compte effective des profils et relations des personas lors des étapes suivantes : « Génération des idées », « Evaluation des idées » et « Elaboration des OIC ».
- L'impact du concept « *IT OT Box* » sur les données personnelles des personas DSI, Méthodes conception, Responsable maintenance exploitation et Informatique n'est pas évalué. Ces précédents personas n'ont pas été associés à la question « Qui utilise ? ». Ils ne sont pas utilisateurs de la solution. Il n'est donc pas nécessaire de vérifier que le concept correspond aux compétences professionnelles de ces acteurs.
- L'impact du concept a été vérifié par rapport à 7 profils personas. Ainsi, tous les personas concernés par « *IT OT Box* » n'apparaissent pas dans le **Tableau V-20**. En effet, le **Tableau V-19** permet de lister l'ensemble des acteurs impactés par la convergence IT OT. Par rapport à cette liste, seuls 7 profils personas ont pu être instanciés.

- **Etape 2** : Caractérisation de l'impact du concept sur les relations des personas concernés

Les « *use cases* » permettent de mettre en évidence de nouvelles relations entre les personas. L'étape 3 du « *use case* » 1 et 2 ainsi que l'étape 4 du « *use case* » 4 montrent que l'informatique ou l'industrialisation informatique a un rôle de facilitateur. En effet, le persona automatisme et informatique industrielle consulte ce persona pour identifier l'interface de programmation et l'infrastructure de communication utilisées par les logiciels IT. Ainsi, l'informatique ou industrialisation informatique fait part des informations nécessaires à l'automatisme et informatique industrielle pour créer ou faire évoluer les échanges de données entre l'IT et l'OT. Ces nouvelles relations entre personas sont représentées sur la **Figure V-38**. Elles sont valables quelque soit le segment de marché ou la phase du cycle de vie OT.



**Figure V-38: Caractérisation de l'impact du concept sur les relations entre personas**

Un tel changement dans les relations entre personas signifie une réduction du budget nécessaire pour établir les connexions IT-OT. Un seul acteur permet désormais la convergence : l'automaticien. Ainsi, le responsable production à l'origine des investissements sera donc à priori satisfait. Par ailleurs, le concept ne nécessite pas de compétences en informatique. Il est donc à la portée d'un automaticien désormais en charge de la connexion. Ainsi, ce persona sera également à priori satisfait. Enfin, le flux de service affecté à l'informatique et l'industrialisation informatique se transforme en flux d'informations. Ce changement permet au persona de diminuer sa charge de travail pour se concentrer sur d'autres projets en lien avec ses objectifs professionnels.

Pour conclure, la caractérisation de l'impact de l'«IT OT Box» sur les relations entre personas ne souligne pas de rejet potentiel.

La phase suivante « Test d'acceptabilité du concept d'offre » permet d'évaluer la valeur perçue du concept par les clients. Cette phase permet donc de vérifier les anticipations faites précédemment.

### 12.1.8 Test d'acceptabilité du concept d'offre

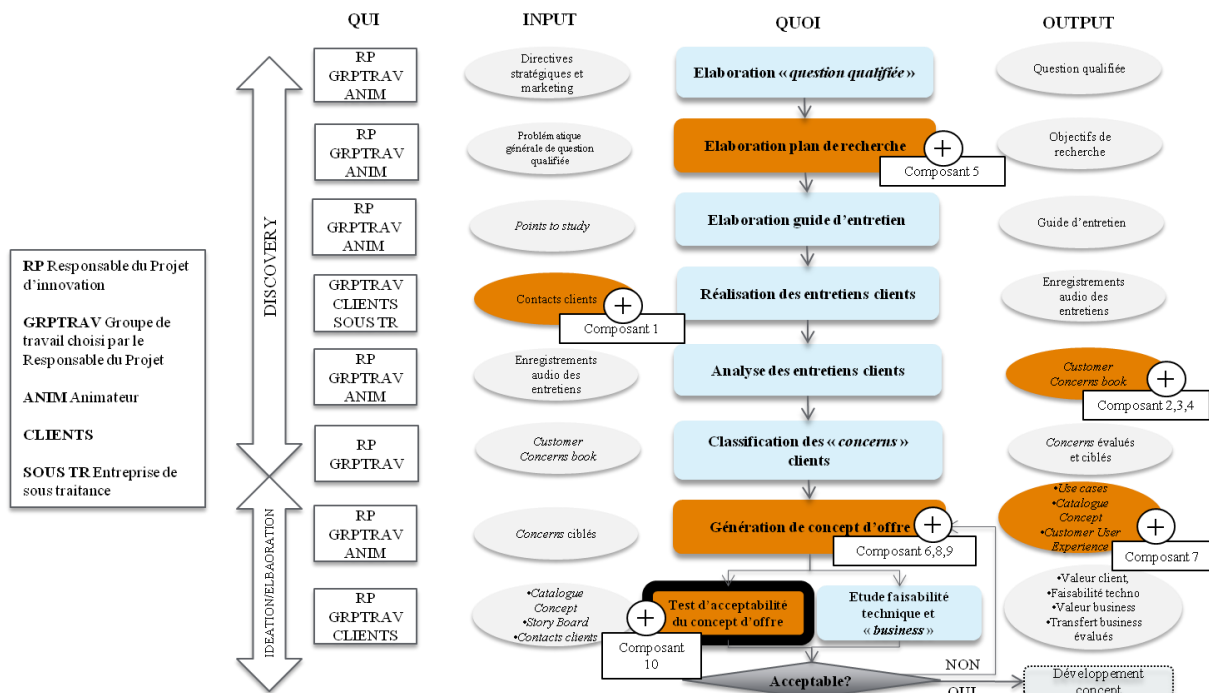


Figure V-39 : Mise en évidence du positionnement de l'activité « Test d'acceptabilité du concept d'offre » dans le processus RACCP

- **Objectifs**

Pour rappel, l'objectif de cette étape est de déterminer l'acceptabilité du concept d'offre. Pour cela, la doctorante évalue l'intérêt des personas concernés pour l'«IT OT Box ». Les personnes interviewées peuvent :

- ✓ Démontrer un refus catégorique de la solution
- ✓ Enoncer des pistes d'amélioration
- ✓ Confirmer qu'elles achèteraient le produit ou service s'il était disponible.

- **Description des moyens de test d'acceptabilité du concept**

Pour évaluer l'intérêt des personas pour l'«IT OT Box », la doctorante utilise la méthodologie préconisée par la phase amont du processus de conception du cas d'étude. Ainsi, il s'agit d'élaborer trois types de documents :

- ✓ Un plan de recherche.
- ✓ Un guide d'entretien. Il regroupe les « *points to study* » du plan de recherche en thèmes de discussion. Ces derniers peuvent inclure majoritairement des questions fermées. Le but est de valider l'acceptabilité du concept au sein des entreprises clientes du fournisseur d'automatisme. La doctorante n'est donc pas dans une phase exploratoire.
- ✓ Le catalogue concept permettant de présenter le concept.

- **Elaboration du plan de recherche**

La doctorante et un RP listent les questions qu'ils se posent au sujet de l'«IT OT Box ». Cette activité permet de lister les « *points to study* » du plan de recherche. Le **Tableau V-21** permet de présenter ces différents « *points to study* ».

**Tableau V-21: Liste des « *points to study* » associés à des objectifs**

<b>Points to study</b>	<b>Objectif 1 : Comprendre les critères de décision d'achat d'une solution de connexion entre l'OT et l'IT.</b>
<b>1.1</b>	Est-ce que l'utilisation d'un logiciel open source (Node Red) est un point bloquant pour le client?
<b>1.2</b>	Quel est le processus de décision d'achat pour ce type de produit ?
<b>1.3</b>	Quelle est l'influence des normes industrielles sur l'achat d'un produit tel que l'IT OT Box ?
<b>1.4</b>	Quels sont les points bloquants pour utiliser, installer et mettre à jour l'IT OT Box ?
	<b>Objectif 2 : Comprendre le contexte d'implémentation potentiel de l'IT OT Box du client.</b>
<b>2.1</b>	Pourquoi le client voudrait utiliser le concept pour connecter son système OT aux systèmes IT ?
<b>2.2</b>	Est-ce que le client connecte les systèmes OT et OT aujourd'hui ? Si oui, comment le client connecte t-il ses systèmes OT et IT aujourd'hui ?
	<b>Objectif 3 : Evaluer l'intérêt du client pour l'IT OT box</b>
<b>3.1</b>	Qu'est-ce que les personas impactés par le concept IT OT Box aiment dans le produit ?
<b>3.2</b>	Qu'est-ce que les personas impactés par le concept IT OT Box n'aiment pas dans le produit ?
<b>3.3</b>	Quelle est la valeur ajoutée perçue par le client de l'IT OT Box par rapport aux systèmes permettant la connexion IT OT sur le marché ?
<b>3.4</b>	Quelle est la valeur ajoutée perçue de l'IT OT Box par rapport aux systèmes permettant la connexion IT OT chez le client ?
<b>3.5</b>	Est-ce que l'IT OT Box est perçue comme « <i>cybersecure</i> » ?
<b>3.6</b>	Est-ce que l'IT OT Box propose une réponse acceptable aux difficultés éprouvées par les personas ?
<b>3.7</b>	Quels sont les critères utilisés par le client pour juger la valeur du concept ? Comment le client évalue ces critères pour l'IT OT Box ?
	<b>Objectif 4 : Evaluer la perception de la facilité pour déployer les phases du cycle de vie de l'IT OT Box.</b>
<b>4.1</b>	Est-ce que l'IT OT Box est perçu comme un produit facilitant la connexion IT OT par rapport aux systèmes de connexion sur le marché ?
<b>4.2</b>	Est-ce que l'IT OT Box est perçu comme un produit facilitant la connexion IT OT par rapport aux systèmes de connexion IT OT utilisés par le client ?
<b>4.3</b>	Est-ce que l'IT OT Box est perçue comme facile d'utilisation ?
<b>4.4</b>	Est-ce que l'exploitation de l'IT OT Box implique d'embaucher des personnes qualifiées ou de former les personnes présentes chez les clients ?
<b>4.5</b>	Quel est l'effort intellectuel perçu du client pour utiliser, installer et mettre à jour l'IT OT Box ?

- **Elaboration du guide d'entretien**

La doctorante ainsi qu'un RP au sein du fournisseur d'automatisme industriel déployant le processus du cas d'étude évaluent les « *points to study* » du **Tableau V-21** selon deux critères : l'impact et l'incertitude.

Les notes d'impact et d'incertitude octroyées par la doctorante et le RP ont impliqué la sélection de tous les « *points to study* » pour élaborer le guide d'entretien du **Tableau V-22**. La structure du guide tient compte des recommandations du composant 10.

**Tableau V-22: Guide d'entretien élaboré pour valider la pertinence du processus RACCP**

<b>Introduction</b>		
<p>Bonjour Monsieur X, je suis Emilie Bonnetto de la société Schneider Electric. Nous menons actuellement des démarches pour valider un concept d'offre permettant de connecter des automatismes à des fonctions IT. Comme indiqué au téléphone, je vous rencontre aujourd'hui, dans le cadre de cette étude. Nous rencontrons des personnes qui ont la responsabilité des systèmes d'automatisme mais aussi des responsables IT pour comprendre leur opinion du concept. Aujourd'hui, cette démarche n'a évidemment aucun caractère commercial. Nous n'avons rien à vendre dans le cadre de cette démarche.</p> <p>Cet entretien est strictement confidentiel et durera environ 1 heure. Votre nom ne sera ni énoncé ni écrit dans les différentes phases de cette étude. Votre interview viendra enrichir ceux des autres.</p> <p>L'analyse effectuée en sera globale et, pour ne pas perdre d'information et être bien à votre écoute, chaque entretien est enregistré. Mon rôle est de vous poser quelques questions, et surtout de vous écouter. Si toutefois vous aviez quelques questions, nous pourrions consacrer quelques minutes en fin d'entretien et je vous répondrai autant que possible si j'ai les réponses. Si je ne peux pas, j'en prendrai note pour les transmettre à la personne concernée qui vous répondra. Je suis donc ici pour recueillir votre expérience, vos opinions et vos perceptions. Avez-vous des questions relatives à ce que je viens de vous expliquer ? Bien, nous allons commencer l'entretien proprement dit. Je vous laisse vous présenter : fonction, rôle, mission dans l'entreprise.</p>		
<b>Question générale</b>		
Quelle est l'évaluation de l'acceptabilité de l'IT OT Box par les personas impactés par ce concept ?		
<b>Thèmes de discussion</b>	<b>Questions à choix multiples</b>	<b>Points to study</b>
<b>Système IT OT présent chez le client</b>	Possédez-vous un système pour connecter vos automatismes aux fonctions ERP, MES ou GMAO ?  <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	2.1 ; 2.2
	Quelles fonctions IT voudriez-vous connecter à vos automatismes ?  <input type="checkbox"/> ERP <input type="checkbox"/> MES <input type="checkbox"/> GMAO Autres : .....	2.1 ; 2.2
<b>Retours sur le concept IT OT Box</b>	Quelle est votre opinion globale de l'IT OT Box ?  <input type="checkbox"/> Très bonne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Très mauvaise	3.3, 3.4, 3.6

	<p>Achèteriez-vous le produit s'il existait ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui</p> <p><input type="checkbox"/> Non</p>	<p>3.3, 3.4</p>																					
	<p>Comment évaluez-vous la pertinence de l'IT OT Box au regard des critères suivants :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="325 465 608 495">Critère</th> <th data-bbox="660 465 954 533">Degré de pertinence du concept ?</th> <th data-bbox="1027 465 1326 533">Degré d'importance du critère ?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="405 651 555 680">Cybersécurité</td> <td data-bbox="644 584 906 725"> <input type="checkbox"/> Très pertinent  <input type="checkbox"/> Pertinent  <input type="checkbox"/> Peu pertinent  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent </td> <td data-bbox="995 584 1273 725"> <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu important </td> </tr> <tr> <td data-bbox="357 815 603 844">Facilité d'utilisation</td> <td data-bbox="644 770 906 911"> <input type="checkbox"/> Très pertinent  <input type="checkbox"/> Pertinent  <input type="checkbox"/> Peu pertinent  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent </td> <td data-bbox="995 770 1273 911"> <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu important </td> </tr> <tr> <td data-bbox="363 972 596 1189">Ouverture à des systèmes différents d'automatisme et à des fonctions ERP, GMAO et MES différents</td> <td data-bbox="644 972 906 1113"> <input type="checkbox"/> Très pertinent  <input type="checkbox"/> Pertinent  <input type="checkbox"/> Peu pertinent  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent </td> <td data-bbox="995 972 1273 1113"> <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu important </td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 1317 608 1346">Facilité d'installation</td> <td data-bbox="644 1240 906 1382"> <input type="checkbox"/> Très pertinent  <input type="checkbox"/> Pertinent  <input type="checkbox"/> Peu pertinent  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent </td> <td data-bbox="995 1240 1273 1382"> <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu important </td> </tr> <tr> <td data-bbox="363 1473 596 1503">Facilité d'évolution</td> <td data-bbox="644 1397 906 1538"> <input type="checkbox"/> Très pertinent  <input type="checkbox"/> Pertinent  <input type="checkbox"/> Peu pertinent  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent </td> <td data-bbox="995 1397 1273 1538"> <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu important </td> </tr> <tr> <td data-bbox="448 1666 512 1695">Coût</td> <td data-bbox="644 1599 906 1740"> <input type="checkbox"/> Très pertinent  <input type="checkbox"/> Pertinent  <input type="checkbox"/> Peu pertinent  <input type="checkbox"/> Très peu pertinent </td> <td data-bbox="995 1599 1273 1740"> <input type="checkbox"/> Très important  <input type="checkbox"/> Important  <input type="checkbox"/> Peu important  <input type="checkbox"/> Très peu important </td> </tr> </tbody> </table>	Critère	Degré de pertinence du concept ?	Degré d'importance du critère ?	Cybersécurité	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	Facilité d'utilisation	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	Ouverture à des systèmes différents d'automatisme et à des fonctions ERP, GMAO et MES différents	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	Facilité d'installation	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	Facilité d'évolution	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	Coût	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	<p>3.1 , 3.2 3.5, 3.7, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5</p>
Critère	Degré de pertinence du concept ?	Degré d'importance du critère ?																					
Cybersécurité	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important																					
Facilité d'utilisation	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important																					
Ouverture à des systèmes différents d'automatisme et à des fonctions ERP, GMAO et MES différents	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important																					
Facilité d'installation	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important																					
Facilité d'évolution	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important																					
Coût	<input type="checkbox"/> Très pertinent <input type="checkbox"/> Pertinent <input type="checkbox"/> Peu pertinent <input type="checkbox"/> Très peu pertinent	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important																					

Etes-vous concerné par les difficultés suivantes ? Si oui, quel est l'apport du concept par rapport à ces difficultés ?			3.6
Difficulté	Concerné ?	Apport du concept ?	
Difficulté pour planifier des actions de maintenance préventive	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	
Difficulté pour utiliser la fonction GMAO	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	
Difficulté pour assurer la sécurité du réseau informatique industrielle	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	
Difficulté pour ajouter/modifier une installation	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	
Difficulté à évaluer les coûts de connexion IT OT	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	
Difficulté pour mettre en place les infrastructures de connexion des fonctions IT et OT	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Très important <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Peu important <input type="checkbox"/> Très peu important	

#### **Conclusion et remerciements**

Notre entretien est maintenant terminé. Merci pour la richesse de ce que vous nous apportez à travers votre partage d'expérience et vos opinions. En particulier, voilà les 2 ou 3 points que j'ai particulièrement retenu à l'égard du besoin de lien entre le système de production et le système d'information de l'entreprise.

#### ***12.1.9 Résultats et interprétations du test d'acceptabilité***

La doctorante a réalisé les entretiens auprès de 12 ingénieurs au sein d'entreprises clientes de Schneider Electric. Ces ingénieurs représentent des personas concernés par le concept d'offre « *IT OT Box* ». Parmi ces derniers, les acteurs suivants ont été interrogés :

- Automatismes et informatique industrielle
- Responsable maintenance exploitation
- Méthodes conception
- Industrialisation informatique

Selon l'étude menée par Griffin et Hauser (1993), 12 entretiens permettent de récolter 70% de l'information attendue. Augmenter la fiabilité des résultats de l'étude d'acceptabilité consisterait à interroger un plus large éventail de personas concernés par l' « *IT OT Box* ». Les résultats obtenus sont présentés et commentés ci-dessous.

- **Système IT OT présent chez le client**

A la question « Possédez-vous un système pour connecter vos automatismes aux fonctions ERP, MES ou GMAO ? », plus de 80% des personas répondent « Oui ». Cette question permet de comprendre l'environnement technique dans lequel l'« *IT OT Box* » s'intégrerait. Ainsi, une possible conclusion est : le produit permettrait des échanges de données IT-OT encore inexistantes ou l'amélioration des performances des connexions existantes.

Dans le cas où le produit permet des échanges de données inexistantes, la question « quelles fonctions IT voudriez-vous connecter à vos automatismes ? » permet d'apporter des précisions. Plus de 65% des personnes interviewées désirent connecter leur GMAO aux machines. 50% souhaitent interfacier les installations avec leur MES. Enfin, 25% veulent établir des connexions avec l'ERP. Ainsi, selon les personas rencontrés, la fonction IT liée à la maintenance semble être la plus pertinente pour optimiser leurs indicateurs de performance.

- **Opinion globale de l'« *IT OT Box* »**

Pour la question « Quelle est votre opinion globale du processus RACCP ? », les réponses sont distribuées en 4 items : « Très mauvaise », « Mauvaise », « Bonne » et « Très bonne ». 92% des participants ont répondu « Bonne » et 8% ont répondu « Très bonne ». Ainsi, aucun rejet majeur du concept n'a pu être noté grâce aux entretiens. Cet aspect est corroboré par la question suivante : « Achèteriez-vous le produit s'il existait ? ». 75% des répondants affirment que « oui ». Les 25% restants justifient leur réponse en expliquant que leur fonction SCADA permet de faire simplement tout type de connexion IT-OT. Cette affirmation permet de cibler le segment de marché auquel s'adresse l'« *IT OT Box* ». La doctorante considère alors les représentations des architectures techniques explicitées sur la **Figure V-12**, la **Figure V-13**, la **Figure V-14** et la **Figure V-15**. La fonction SCADA est toujours présente pour les segments « Entreprises mettant en œuvre des processus industriels » et « Infrastructure ». En revanche, elle est rare pour les entreprises manufacturières. Ainsi, ce dernier segment est celui ciblé en priorité par le concept.

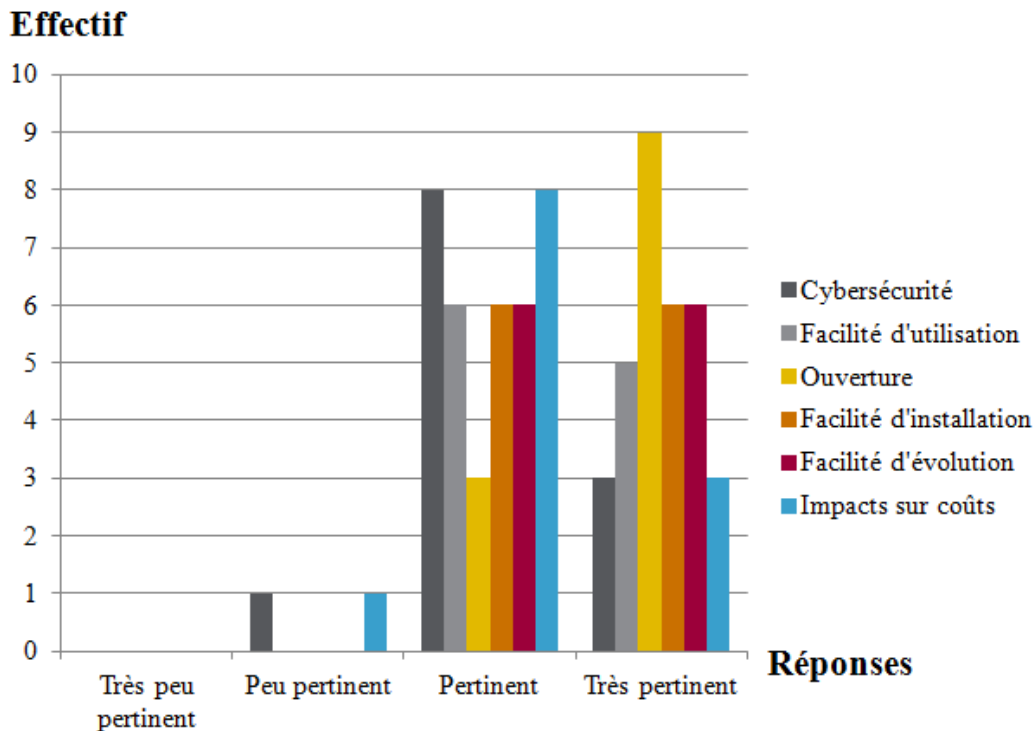
- **Evaluation de la pertinence de l'« *IT OT Box* » selon certains critères**

La **Figure V-40** présente les distributions des réponses concernant les critères d'évaluation suivants :

- ✓ Cybersécurité
- ✓ Facilité d'utilisation
- ✓ Ouverture à des systèmes différents d'automatisme et à des fonctions ERP, GMAO et MES différents
- ✓ Facilité d'installation
- ✓ Facilité d'évolution
- ✓ Impact sur les coûts

Les réponses des personas interrogés permettent d'évaluer la pertinence du processus par rapport à ces critères et ce, selon 4 items : « Très peu pertinent », « Peu pertinent », « Pertinent », « Très pertinent ».





**Figure V-40: Résultats pour la question concernant l'évaluation de la pertinence du concept par rapport à 6 critères**

A l'exception de deux cas, 100% des personnes interrogées jugent l' « *IT OT Box* » pertinent voire très pertinent relativement aux 6 critères d'évaluation. Par ailleurs, ces critères sont perçus comme importants pour les 12 acteurs rencontrés. En effet, entre 83% et 100% des personas évaluent ces derniers comme pertinent voire très pertinent. Ces résultats corroborent ainsi l'interprétation du résultat concernant l'opinion globale du concept. Aucun rejet majeur du concept ne peut être noté grâce aux entretiens. La **Figure V-40** complète également cette conclusion. Il est possible d'anticiper une acceptabilité probable du concept par les acteurs des entreprises clientes.

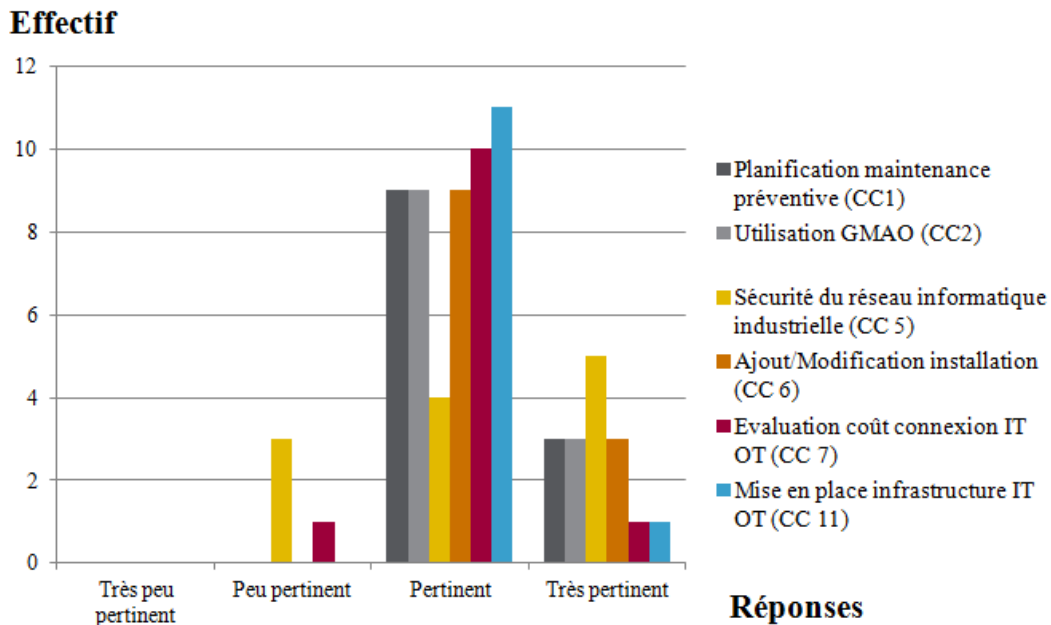
Par ailleurs, la doctorante propose une interprétation des deux réponses jugeant le concept comme peu pertinent par rapport à la cybersécurité et à l'impact sur les coûts. Après discussion auprès d'un RP, cette note serait due à une mauvaise compréhension du « *catalogue concept* ». La doctorante a alors apporté plus de détails et d'arguments justifiant les aspects cybersécurité et coûts.

- **Evaluation de la pertinence de l'« *IT OT Box* » par rapport aux « *Customer Concerns* »**

La **Figure V-41** présente les distributions des réponses relatives à l'évaluation de la pertinence du concept par rapport aux « *concerns* » ciblés :

- ✓ CC n°1 : Difficulté de planifier des actions de maintenance préventive.
- ✓ CC n°2 : Difficulté à utiliser la fonction GMAO.
- ✓ CC n°5 : Difficulté d'assurer la sécurité du réseau informatique industrielle.
- ✓ CC n°6 : Difficulté d'ajouter/modifier une installation.
- ✓ CC n°7 : Difficulté à évaluer les coûts de connexion IT OT.
- ✓ CC n°11: Difficulté de mettre en place les infrastructures de connexion des fonctions IT et OT.

Les réponses des personas interrogés permettent d'évaluer la pertinence du concept pour répondre à ces difficultés et ce, selon 4 items : « Très peu pertinent », « Peu pertinent », « Pertinent », « Très pertinent ».



**Figure V-41: Résultats pour la question concernant l'évaluation de la pertinence du concept par rapport aux « concerns » ciblés**

A l'exception de deux « concerns », 100% des personnes interrogées jugent que l' « IT OT Box » apporte une réponse pertinente voire très pertinente aux 6 difficultés ciblées. Par ailleurs, plus de 50% des personas interviewés sont confrontés à chacun des « concerns » (sauf le CC2). Le **Tableau V-23** représente le pourcentage d'acteurs qui ont répondu « oui » à la question « Etes-vous concerné par la difficulté ? ».

**Tableau V-23: Taux de présence des « concerns » ciblés parmi les personas interrogés**

« Customer Concern »	Pourcentage de « oui »
CC 1	67%
CC 2	33%
CC 5	58%
CC 6	58%
CC 7	67%
CC 11	50%

Globalement, le concept répond de façon pertinente à des « concerns » qui sont :

- ✓ « Prioritaires » c'est-à-dire à fort impact client.
- ✓ Majoritairement ressentis par les clients.

Ces résultats permettent de corroborer les interprétations précédentes. Aucun rejet majeur du concept ne peut être noté grâce aux entretiens. Il est possible d'anticiper une acceptabilité probable du concept par les acteurs des entreprises clientes.

Par ailleurs, la doctorante propose une interprétation des 3 réponses jugeant le concept comme peu pertinent par rapport au « *Customer Concern* » n° 5 : Difficulté d'assurer la sécurité du réseau informatique industrielle. Cette note corrobore les résultats concernant le critère d'évaluation « cybersécurité » (voir **Figure V-40**). Le manque de compréhension des fonctions du concept liées au « *concern* » est un facteur expliquant les notes. La doctorante a alors étayé les arguments liés à la cybersécurité dans le catalogue concept.

La mise en œuvre de l'expérimentation du processus RACCP constitue la procédure de validation empirique des hypothèses de recherche. Le diagnostic des résultats des étapes d'expérimentation permet d'examiner le degré de confirmation ou de réfutation des hypothèses soumises à l'épreuve. Cette analyse est menée dans les paragraphes suivants.

## 12.2 Interprétation et discussion des résultats d'expérimentation du processus RACCP

### 12.2.1 Rappel des hypothèses de recherche

Les hypothèses de recherche n°1 et n°2 sont liées. Elles soulignent la nécessité de mettre en œuvre un ensemble d'actions dont leur conséquence est supposée identique : permettre l'élaboration de concepts qui ont moins de chances d'être rejetés par les acteurs des entreprises clientes des solutions OT. Ainsi, pour confirmer ou réfuter ces hypothèses, la doctorante s'attache à :

- Analyser le degré de succès ou d'échec de chacune des actions préconisées.
  - Analyser l'issue finale d'expérimentation du processus RACCP : rejet ou acceptation du concept.
- Hypothèses de recherche

Pour élaborer des concepts qui ont moins de chances d'être rejetés par les acteurs des entreprises clientes des solutions OT, il est nécessaire de :

- ✓ Cibler les fonctions archétypales d'acteurs à interroger ou observer pour lister les « *Customer Concerns* » (Hypothèses de recherche n°1).
- ✓ Spécifier les fonctions archétypales d'acteurs qui ressentent les « *pains* » dans la description des « *Customer Concerns* » (Hypothèses de recherche n°1).
- ✓ Identifier les acteurs concernés par un concept d'offre (Hypothèses de recherche n°2).
- ✓ Comparer les fonctions d'un nouveau produit ou service aux caractéristiques des acteurs précédemment identifiés (Hypothèses de recherche n°2).
- ✓ Caractériser les impacts du concept d'offre sur les relations entre ces acteurs (Hypothèses de recherche n°2).

### 12.2.2 Réponse aux hypothèses de recherche

- **Analyse du degré de succès ou d'échec des actions préconisées par l'hypothèse n°1**
  - ✓ **Action préconisée n°1** : Cibler les fonctions archétypales d'acteurs à interroger ou observer pour lister les « *Customer Concerns* »

Le premier résultat d'expérimentation généré est la formulation de la stratégie d'élicitation des « *Customer Concerns* » dans le contexte de convergence IT OT. Cette stratégie permet, en premier lieu, d'identifier un ensemble de fonctions archétypales d'acteurs à interroger et observer pour révéler leurs difficultés. Ainsi, les personnes ciblées pour découvrir les « *concerns* » sont « *celles en charge de mettre en œuvre des démarches d'amélioration continue de l'organisation industrielle, des outillages et des processus de production. Ce niveau de responsabilité correspond à celui d'un ingénieur* (Apec, 2016). ». Les ingénieurs en lien avec la convergence IT OT peuvent appartenir à différentes fonctions d'entreprise : production, maintenance, méthodes, informatique, automatisme industriel. L'expérimentation du processus RACCP a permis d'étendre cette liste de fonctions d'entreprise (exemple : Industrialisation ou encore « *Engineering, Procurement and Construction* » (EPC)). Cette extension a permis d'impliquer l'ensemble des acteurs en lien avec la convergence IT OT pour identifier les « *Customer Concerns* » relatifs à ce contexte. La liste étendue est explicitée dans le **Tableau V-10**.

- ✓ **Action préconisée n°2** : Spécifier les fonctions archétypales d'acteurs qui ressentent les « *pains* » dans la description des « *Customer Concerns* ».

Le processus RACCP permet d'associer les « *Customer Concerns* » aux fonctions archétypales d'acteurs. Cette association est permise par la création de trois modèles décrivant :

- **Les « *Customer Concerns* ».** Celui-ci fait apparaître la variable « *personas impliqués* » permettant d'associer le type d'acteur avec le « *concern* » ressenti. L'ajout de cette variable est un aspect différenciant par rapport aux méthodes de description actuelles d'un « *concern* ». Ces dernières se limitent à définir les causes, les conséquences, les palliatifs et les critiques de palliatifs. Spécifier les *personas* impliqués par un « *pain* » permet ensuite de se référer aux deux modèles suivants. Ces derniers permettent de décrire les comportements et relations des fonctions archétypales d'acteurs associés aux « *pains* ».
- **Les profils d'acteurs.**
- **Les relations entre acteurs.**

Le lien ainsi créé entre les trois modèles permet au praticien de :

- **Orienter les séances de créativité.** Les étapes de génération et de maturation des concepts de nouveaux produits ou services sont désormais guidées par les profils d'acteurs associés aux « *concerns* ». Lors de l'expérimentation du processus, ces activités ont permis de retenir une idée : mettre en place une fonction de connexion entre les automatismes industriels et l'IT incluant la technologie « *Node Red* ». Celle-ci correspond, a priori, aux caractéristiques d'acteurs (profils et relations) impactés par les « *pains* ».
- **Enrichir l'idée par la construction des OIC.** Les OIC éprouvent et montrent la compatibilité entre les acteurs (profils et relations) et l'idée générée. En pratique, le processus RACCP a été particulièrement pertinent pour identifier des améliorations ou enrichissements à apporter au concept « *IT OT Box* ». Lors de la phase de génération du concept d'offre, deux enrichissements ont été recensés pour une meilleure adéquation aux profils d'acteurs et aux « *Customer Concerns* ».

Utiliser conjointement les trois modèles énoncés pour générer et enrichir des idées permet de se différencier par rapport aux outils et théories existants. Les méthodes existantes (exemple : Analyse fonctionnelle, « *Quality Function Deployment* », « *Creative Problem Solving* », « *Roadmapping* ») ne tiennent pas compte des comportements et relations entre acteurs pour associer une solution aux problématiques clients. Les modèles des personas peuvent être utilisés en conception centrée utilisateurs. Ces modèles décrivent des utilisateurs archétypaux. Or, le processus RACCP décrit l'ensemble des acteurs liés aux « *concerns* ». Le concepteur a donc une meilleure visibilité des critères clés pour peaufiner l'idée et ainsi anticiper les rejets de la solution.

- **Analyse du degré de succès ou d'échec des actions préconisées par l'hypothèse n°2**

- ✓ **Action préconisée n°1** : Identifier les acteurs concernés par un concept d'offre

Une liste de questions guide l'identification des acteurs en lien avec le concept d'offre élaboré. La doctorante a validé la pertinence et l'exhaustivité de cette liste avec 7 experts en innovation (voir section 11 partie IV). Comme l'illustre le **Tableau V-19**, le processus RACCP permet donc de déterminer les acteurs concernés par l'« *IT OT Box* ».

- ✓ **Action préconisée n°2** : Comparer les fonctions d'un nouveau produit ou service aux caractéristiques des acteurs précédemment identifiés.

Le processus RACCP propose une méthode pour enrichir un concept en fonction de la caractérisation de l'impact de ce dernier sur les profils personas. Cette méthode a permis de vérifier l'adéquation entre les profils d'acteurs concernés par l'idée et le concept « *IT OT Box* ». Le **Tableau V-20** montre que les impacts du concept sont positifs ou neutres. Il n'est donc pas nécessaire d'affiner le concept pour inhiber tout rejet potentiel. Par conséquent, l'application de la méthode préconisée par le processus a également permis de vérifier la prise en compte effective des personas en phase de génération d'un concept.

- ✓ **Action préconisée n°3** : Caractériser les impacts du concept d'offre sur les relations entre ces acteurs.

De la même manière, le processus RACCP propose une méthode pour enrichir un concept en fonction de la caractérisation de l'impact de ce dernier sur les relations entre personas. Cette méthode a permis de vérifier l'adéquation entre les relations entre acteurs et le concept « *IT OT Box* ». La caractérisation de l'impact de l'« *IT OT Box* » sur les relations entre personas ne souligne pas de rejet potentiel. Par conséquent, l'application de la méthode préconisée par le processus a également permis de vérifier la prise en compte effective des relations entre personas en phase de génération d'un concept.

Les deux méthodes d'enrichissement précédentes renforcent l'aspect différenciant du processus RACCP énoncé ci-avant. Ce dernier tient compte de la description des comportements et des relations de l'ensemble des acteurs liés aux problématiques pour peaufiner une solution.

- **Analyse de l'issue finale d'expérimentation du processus RACCP : rejet ou acceptation du concept.**

La dernière étape du processus RACCP expérimenté est le test d'acceptabilité du concept « *IT OT Box* ». Ce concept a été élaboré en tenant compte des actions préconisées par les hypothèses de recherche. Le test d'acceptabilité montre que la majorité des clients interviewés a une bonne opinion globale du concept « *IT OT Box* » et désire acheter le produit. Ce résultat est corroboré par l'évaluation du concept par rapport à des critères spécifiques. Ces derniers sont clés pour résoudre les « *Customer Concerns* » et sont liés aux moteurs d'action des personas concernés. La majorité des clients juge le concept pertinent par rapport à ces critères. Enfin, le concept répond de façon pertinente à des « *concerns* » qui sont :

- ✓ « Prioritaires » c'est-à-dire à fort impact client.
- ✓ Majoritairement ressentis par les clients.

Par conséquent, aucun rejet majeur du concept ne peut être noté grâce aux entretiens. Il est possible d'anticiper une acceptabilité probable du concept par les acteurs des entreprises clientes.

Pour conclure, la mise en œuvre de l'expérimentation du processus RACCP ainsi que le diagnostic des résultats permettent de valider les hypothèses de recherche.

## 12.3 Apports et limites du processus RACCP

### 12.3.1 Apports du processus RACCP

- **Représentation visuelle du processus RACCP**

Cette représentation positionne les composants RACCP proposés par rapport à la phase amont du processus de conception du cas d'étude. Cette cartographie permet de créer un langage commun entre tous les concepteurs d'innovation. Elle facilite la compréhension de ce processus et donc la traduction des connaissances associées.

- **Trois modèles opérationnels**

Le processus RACCP propose l'utilisation conjointe de trois objets. Ces objets sont des modèles opérationnels permettant la visualisation des profils d'acteurs, de leurs relations au sein d'entreprises clientes. Ils visent également à associer la description des douleurs clients et les profils personas. Une représentation visuelle est associée à chacun des modèles proposés. De manière similaire au processus RACCP, ce type de représentation permet la création d'un langage commun. Ceci facilite le déploiement du processus chez le fournisseur d'automatisme.

- **Capitalisation des données recueillies auprès des clients**

Les trois modèles opérationnels inhérents au processus RACCP ont été instanciés au cas spécifique de la convergence IT OT. Cet apport permet une meilleure compréhension des acteurs humains et des besoins liés à ce contexte, riche en opportunités de création de valeur. Ces trois bases de données créées (« *Customer Concerns* », profils personas, relations entre acteurs) ont fait l'objet d'un transfert de connaissances au sein du fournisseur d'automatisme industriel. Ces bases pourront donc être mobilisées et adaptées par la suite sur d'autres projets d'innovation.

- **Filtrage des idées en amont de l'activité « génération du concept d'offre »**

Le processus RACCP permet de filtrer les idées ayant le plus haut potentiel de création de valeur. Ce potentiel est évalué par rapport aux profils personas, aux relations entre acteurs et aux «*Customer Concerns*». Ce filtrage permet de concentrer les efforts en amont d'un processus de conception sur les idées clés afin d'optimiser leur acceptabilité.

- **Guide dans la construction des OIC**

Le processus permet de guider la construction des différents OIC. Ces derniers mettent en exergue le rôle et l'implication des personas dans l'implémentation du concept d'offre. Cette mise en évidence facilite la compréhension de la solution proposée. Lors du test d'acceptabilité du concept «*IT OT Box*», les acteurs rencontrés ont pu se positionner par rapport à des critères spécifiques (ex : «cybersécurité» dans le guide d'entretien) ou par rapport à des «*Customer Concerns*» précis.

- **Favorise la proximité du fournisseur d'automatisme avec les acteurs internes des entreprises clientes**

Le «*Catalogue Concept*» est un OIC présenté aux différents acteurs des entreprises clientes lors du test d'acceptabilité. Il décrit les scénarios d'usage liés à la solution imaginée. Ces derniers montrent en quoi le concept d'offre est compatible avec les profils et les relations des différents personas concernés par les scénarios (ex : pratiques, environnement, contraintes, moyens d'actions, expérience professionnelle). Les étapes des «*use cases*» permettent de représenter les futures relations entre personas des entreprises clientes. Le fournisseur d'automatisme joue alors le rôle d'un consultant. Cette fonction est potentiellement amenée à s'étendre à toutes les phases du cycle de vie du concept d'offre. Ainsi, les relations clients-fournisseurs seraient resserrées. Cette proximité accrue permettrait donc une meilleure compréhension des besoins clients en vue de proposer des offres adaptées voire personnalisées.

### ***12.3.2 Limites du processus RACCP***

- **Complexité de mise en œuvre**

Le processus RACCP requiert beaucoup d'implication et de temps (ex : réalisation des entretiens semi-directifs, extraction des verbatims clients, analyse des entretiens pour l'instanciation des modèles). Ce fait confirme les craintes énoncées par les experts en innovation (voir la section 9). Le risque est une application partielle du processus sur le long terme. Pour illustration, les RP pourraient potentiellement faire appel à leur expérience et connaissance des clients pour instancier les modèles («*Customer Concerns*», profils personas et relations entre acteurs). Ceci remettrait alors en cause la fiabilité et la représentativité des livrables générés. Une réponse à cette limite serait de mettre en place un outil informatique capable d'effectuer des analyses sémantiques automatiques. Le but est de faciliter et d'accélérer ces étapes. La doctorante a choisi de ne pas utiliser de tels outils pour permettre une montée en compétences par rapport au processus RACCP.

- **Analyse des entretiens clients basée sur des informations officielles**

Le processus RACCP permet d'analyser ce qui a été déclaré officiellement par le client en phase «*Listen and Discovery*». La doctorante a remarqué une tendance à une plus grande expansivité lorsque l'enregistreur est coupé. Les informations alors divulguées ont alors un caractère personnel voire confidentiel. L'analyse des entretiens clients ne permet pas de capter ces informations qui pourraient être importantes pour anticiper les rejets d'un concept d'offre. Un palliatif à cette limite

pourrait être de rendre l'enregistrement de l'interview plus discret. Le but serait de faire « oublier » la présence de l'enregistreur.

- **Absence d'analyse de la communication non verbale**

Lors de la phase « *Listen and Discovery* », les entretiens sont semi-directifs. La personne qui mène l'entretien intervient le moins possible de manière à laisser le client s'exprimer. La doctorante a alors pu remarquer un changement de ton dans la voix des clients au cours des différents thèmes de discussion abordés. Ces différences de ton peuvent être analysées et interprétées pour mieux comprendre les émotions ressenties par les interlocuteurs. Ces émotions constituent des informations potentiellement essentielles pour nourrir les profils personas.

Par ailleurs, le style vestimentaire diffère également d'une personne à l'autre. Pour illustration, le persona « DSI » semble plutôt s'habiller en costume et cravate. Le « responsable maintenance exploitation », quant à lui, porterait plutôt une blouse et des chaussures de sécurité. Ce dernier serait donc impliqué dans le pilotage opérationnel du procédé industriel. Ces informations peuvent également permettre d'enrichir les profils personas.

En outre, Bouchard et Kim (2014) proposent de tenir compte des émotions des utilisateurs dans la phase amont de conception d'un nouveau produit ou service. La mesure de paramètres physiologiques (exemple : conductance de la peau, électrocardiogramme, activité cérébrale) est une option « idéale » pour capter des réactions émotionnelles de manière objective. Il est démontré que ce type d'informations est essentiel pour évaluer l'expérience utilisateur d'un produit. Cet aspect permettrait d'enrichir l'activité « test d'acceptabilité d'un concept d'offre » du processus RACCP. Le caractère potentiellement intrusif ou coûteux de cette méthode ne permet pas d'envisager de telles mesures dans le contexte des interviews clients.

- **Interdépendance entre la technologie du fournisseur et le processus RACCP**

La technologie doit être comprise comme la mise en œuvre de connaissances techniques et scientifiques ainsi que la mise en œuvre de connaissances connexes permettant d'« *optimiser les fonctions à satisfaire chez le client* » (Castagne, 1987). La stratégie de vente et de commercialisation, les modes de gestion et de contrôle des marchés font, par exemple, partie de la technologie d'une entreprise selon cette définition. Or, toute décision prise dans ce domaine par le fournisseur va influencer sur le produit ou service proposé par le fournisseur d'automatisme industriel. Par ailleurs, ce travail de thèse montre que l'introduction d'un nouveau produit ou service peut impliquer des perturbations organisationnelles au sein des entreprises clientes. Par voie de conséquence, si le fournisseur change sa technologie de cœur de métier ou s'il fait évoluer sa politique marketing, la manière de concevoir son offre doit aussi évoluer, et donc, les informations à demander aux clients, les critères de choix pour sélectionner les meilleures solutions, les priorités en termes de sources de valeur changeront aussi. In fine, puisque le processus RACCP structure la collecte d'information et la prise de décision, la méthode pourrait être sensible à ces changements technologiques. Les bases de données concernant les « *Customer Concerns* » et les personas doivent également être mises à jour lors de changements technologiques chez le fournisseur. Ainsi, une évolution technologique doit être considérée pour faire évoluer le processus RACCP. Le modèle de relations entre acteurs devra potentiellement mettre en évidence d'autres types de flux entre acteurs. De la même manière, la liste de questions destinés à identifier les acteurs impactés par un concept d'offre devra probablement être modifiée.

- **Pérennité des données recueillies auprès des clients**

Comme précisé dans la section 10.2.3, une base de données décrivant les « *Customer Concerns* », les profils d'acteurs et leurs relations peut devenir obsolète en fonction des évolutions technologiques.



Une méthode de mise à jour de chacun des modèles est proposée dans la section 10.2.3 afin de contourner cette limite.

## 12.4 Apports et limites des travaux d'expérimentation

### 12.4.1 Apports des travaux d'expérimentation

- **Les entreprises clientes dans le périmètre d'applicabilité du processus RACCP**

L'expérimentation a permis d'accéder à un panel d'entreprises clientes dont la taille était suffisamment importante pour attester de la présence d'une multitude d'acteurs. La diversité des profils et des relations entre ces derniers a permis d'éprouver l'efficacité du processus RACCP sur un cas d'étude représentatif du problème de recherche. La doctorante a également observé que les clients ciblés attestaient d'un changement organisationnel associé à l'adoption du concept « *IT OT Box* » proposé par le fournisseur d'automatisme. Les entretiens auprès des acteurs ne laissaient apparaître aucune ambiguïté sur cet aspect. Les cas étudiés étaient donc bien en lien avec la problématique de recherche.

- **Test du processus dans un contexte industriel**

Le processus RACCP a été testé au sein de Schneider Electric. Il s'agit d'un début de validation des apports de thèse dans un contexte industriel.

Ce dernier permet de vérifier si le processus peut aboutir à une description des « *Customer Concerns* », des profils personas et des relations entre acteurs au travers d'un projet. La méthode est efficace puisqu'elle a permis au fournisseur de construire des bases de données décrivant ces trois objets (« *concerns* », personas et réseaux d'acteurs).

Le contexte industriel considéré permet également de vérifier si le processus permet de générer un ou des concepts potentiellement acceptables pour les acteurs concernés dans les entreprises clientes. De ce fait, la doctorante peut affirmer avoir obtenu une première preuve de pertinence.

Enfin, RACCP a été adopté par au moins deux ingénieurs en plus de la doctorante : c'est un début de preuve de transférabilité.

### 12.4.2 Limites des travaux d'expérimentation

- **Objectivité**

Une limite des travaux d'expérimentation est relative à l'objectivité. Lors du déploiement du processus RACCP, le chercheur est amené à faire des interprétations. En effet, la doctorante a associé des verbatims clients à des objectifs de recherche. Elle a également constitué des groupes d'affinité en fonction de leurs similitudes par rapport à un thème commun. En mettant en place des groupes de travail, la doctorante a cherché à contourner cette limite. Ce dernier permet d'objectiver les analyses et de valider les choix faits au cours du processus.

- **Echantillon d'entreprises et d'acteurs rencontrés**

Une limite est liée au choix de l'échantillon d'acteurs observés. « *Une démarche d'observation sur le terrain pose la question de la représentativité statistique de l'échantillon et la reproductibilité des résultats obtenus, dans la mesure où les résultats sont strictement contingents au contexte dans lequel ils ont été formalisés* » (Kooli-Chaabane, 2010). La démarche d'expérimentation du processus a permis de constituer deux échantillons. Le premier regroupe l'ensemble des acteurs qui sont liés aux problématiques de la convergence IT OT. Il permet d'identifier et de décrire les « *Customer Concerns* », les profils personas et leurs relations. Le second regroupe l'ensemble des personas

concernés par le concept d'offre « *IT OT Box* ». Il permet de valider l'acceptabilité du concept. Ces deux échantillons sont décrits dans la section précédente. La limite est liée au nombre d'acteurs rencontrés. Par exemple, la taille de l'échantillon limite le nombre de profils personas élaborés. En effet, 7 profils ont été construits tandis que 19 acteurs ont été identifiés comme impactés par la convergence IT OT.

Une autre limite est liée au nombre d'entreprises rencontrés par segment de marché. Pour illustration, deux entreprises ont été rencontrées dans le segment « entreprise manufacturière ». Elles ne permettent pas de vérifier avec fiabilité la complétude des flux entre acteurs.

Ce travail de thèse ne prétend donc pas à une exhaustivité mais à l'émergence de tendances caractéristiques liées à :

- ✓ Des types de difficultés liées au contexte de convergence IT OT.
- ✓ Des profils archétypaux d'acteurs ressentant ces difficultés.
- ✓ Des relations entre acteurs dans le contexte de convergence IT OT.
- ✓ La perception de valeur d'un concept élaboré en tenant compte des exigences liées au contexte.

#### • **Vue adoptée pour l'instanciation des modèles**

Une autre limite est liée à la vue adoptée pour l'instanciation des modèles (« *Customer Concerns* », profils personas et relations entre acteurs). En effet, les personnes interrogées sont des ingénieurs. Ce choix a été justifié : ce sont des acteurs potentiellement intéressés par les concepts d'offre en lien avec la convergence IT OT. Ainsi, les représentations créées dépendent de leur point de vue et de leurs pratiques. Or, l'expérimentation du processus RACCP consiste à utiliser ces modèles instanciés pour éprouver la solution méthodologique à un cas d'étude et en tester les limites. Par conséquent, cette mise à l'épreuve et les limites qui en découlent dépendent du prisme des ingénieurs rencontrés. Dans un second temps, il serait possible d'intégrer des acteurs ayant une approche plus managériale des interrelations entre fonctions archétypales d'acteurs chez le client en vue de contourner cette limite.

#### • **Absence de contrôle des coûts**

Le processus RACCP implique potentiellement des coûts supplémentaires par rapport à la phase amont de conception actuelle. Le projet d'expérimentation n'intègre pas de contrôle des coûts liés aux différentes activités. Lors de projets d'expérimentation futurs, il serait nécessaire de surveiller cette variable et de réaliser une analyse comparative. L'objectif serait d'identifier les causes des écarts pour mettre en place des actions visant à une meilleure maîtrise des coûts et de réaliser un bilan coût/valeur ajoutée.

#### • **Nombre de projets d'expérimentation**

Ce travail de thèse permet une première validation expérimentale de la solution méthodologique proposée. Cependant, pour augmenter la représentativité du travail de validation, il faudrait multiplier le nombre de projets tout en gardant les mêmes hypothèses de recherche.

#### • **Choix des méthodes de calculs**

Une limite est liée aux choix de méthodes d'agrégation durant l'expérimentation. Pour illustration, la classification des « *Customer Concerns* » consiste à faire des moyennes de notations par rapport à deux critères globaux (impact client et difficulté de résolution). Or, une moyenne lisse les impacts, elle repose sur des compensations et masque les impacts rédhibitoires. Un palliatif consisterait à augmenter le nombre de participants à l'activité de classification des « *concerns* ».

## 12.5 Préconisations pour le déploiement du processus RACCP

Suite à l'analyse des apports et limites liés au processus RACCP et aux travaux d'expérimentation, la doctorante formule les préconisations suivantes pour le déploiement long terme de la solution méthodologique.

- **Rôle d'un « RACCP master ».**

Pour répondre aux limites liées à la complexité de mise en œuvre du processus RACCP, le rôle d'un « RACCP master » est essentiel. Il serait garant des bonnes pratiques de la solution méthodologique. Il constituerait un facilitateur pour la mise en œuvre du processus. Il se substituerait également au rôle d'animateur décrit dans le cas d'étude (voir section 9 de la partie IV). Par exemple, l'animateur catalyse la prise de décision relative à la mise à jour des listes de « *Customer Concerns* », de profils personas et des graphes de relations entre acteurs (voir section 10 de la partie IV). De manière générique, sa fonction pourrait être comparable à celle d'un « *Scrum master* » pour l'implémentation des méthodologies agiles.

- **Deuxième version du processus : RACCP agile**

Approfondir la préconisation précédente consiste à proposer une seconde génération de RACCP sous forme « *agile* ». Le processus RACCP et les méthodologies agiles partagent à la fois un objectif de résolution des problèmes clients et l'utilisation d'un mode itératif. L'ensemble des pratiques associées à la conception agile (comme le découpage d'un projet sous forme de « *sprints* ») permettent d'engager les équipes de conception tout en améliorant leur productivité (Boivert et Trudel, 2011). Ces avantages permettent de positionner « *RACCP agile* » comme une réponse possible aux craintes énoncées par les experts en innovation. En effet, ces derniers perçoivent le temps nécessaire pour déployer les différents composants de la solution méthodologique comme conséquent.

- **Implémentation au sein d'une fonction dédiée à l'innovation**

Les ressources et implication nécessaires pour dérouler le processus RACCP contraignent à déployer ce dernier au sein d'une fonction d'entreprise entièrement dédiée à la conception innovante. Le Masson, Weil et Hatchuel (2006) définissent la fonction innovation d'une entreprise comme le « *cœur conceptuel qui active la recherche et le développement et se nourrit de leurs travaux* ». Cette définition met en évidence l'apparition d'un dispositif dans les entreprises appelé « *RID* » (Recherche-Innovation-Développement). Ce type de structure se prête à l'exploitation du processus RACCP.

- **Formation-action**

Afin de répandre les bonnes pratiques liées au processus, une formation-action pourrait être organisée. Elle permettrait aux potentiels utilisateurs de la méthode de s'approprier les différents modèles et de monter en compétences sur un projet concret. L'action porte le processus de formation. Cette préconisation a pour objectif de pallier le sentiment de complexité liée au processus RACCP.

- **Méthode de classement des « Customer Concerns »**

Les travaux d'expérimentation montrent que certains des 28 « *Customer Concerns* » décrits sont interdépendants. Cet aspect suggère la mise en place d'un mode de classification des « *pains* » tenant compte de ces interrelations.

- **Développement d'un outil informatique**

Un outil informatique pourrait être développé afin de faciliter l'instanciation et l'utilisation des modèles de thèse : « *Customer Concerns* », profils personas et relations entre acteurs. Cette préconisation permet de répondre à une des limites du processus RACCP : complexité de mise en œuvre. Par exemple, l'outil pourrait permettre de sélectionner le type de flux à visualiser sur les graphes de relations entre acteurs. En effet, les modèles une fois instanciés comportent une grande quantité d'informations. Filtrer les données que l'on veut afficher pourrait simplifier leur utilisation.

## Bibliographie

- APEC. Ingénieur de production. In : APEC. *Recrutement et offres d'emploi cadres- Apec.fr-Cadres*. [En ligne] 2016 [Consulté le 05/06/2016]. Disponible à l'adresse : <http://annuaire-metiers.cadres.apec.fr/metier/ingenieur-de-production>
- BOISVERT, M. et TRUDEL, S. *Choisir l'agilité: du développement logiciel à la gouvernance*. Paris : Dunod, 2011.
- BOUCHARD, C., KIM, J. About the nature of Kansei information. In : *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE*, 19-23 juillet 2014, Krakow, Poland.
- CASTAGNE, M. Le Génie des Systèmes Industriels: une discipline nouvelle. *European Journal of Engineering Education*, 1987, vol. 12, n° 3, p. 271-276.
- COUDRE, C. Les indicateurs de productivité. In : COUDRE, C. *TPM attitude*. [En ligne]. 2011 [Consulté le 05/08/2016]. Disponible à l'adresse : <http://tpmattitude.fr/indicp.html>
- GRIFFIN, A., HAUSER, J. The voice of the customer. *Marketing science*, 1993, vol. 12, n°1, p. 1-27.
- IBM EMERGING TECHNOLOGIES. *Node-Red*. [En ligne]. 2016 [Consulté le 10/08/2016] Disponible à l'adresse : <http://nodered.org/>
- KOOLI-CHAABANE, H. *Le transfert de technologie vu comme une dynamique des compétences technologiques: application à des projets d'innovation basés sur des substitutions technologiques par le brasage métallique*. Thèse de doctorat. Vandoeuvre-les-Nancy : INPL, 2010.
- LE MASSON, P., WEIL, B., HATCHUEL, A. *Les processus d'innovation: Conception innovante et croissance des entreprises*. Paris : Lavoisier, 2006.
- ROGERS, E. *Diffusion of Innovation*. New York: Free Press, 2003.
- SCHNEIDER ELECTRIC. Factory Cast Gateway. In : SCHNEIDER ELECTRIC. *Spécialiste en gestion de l'énergie et des automatismes*. [En ligne]. 2016 [Consulté le 10/08/2016] Disponible à l'adresse : <http://www.schneider-electric.fr/fr/product-range/1159-factorycast-gateway/>
- STEYER, A., ZIMMERMANN, J-B. Influence sociale et diffusion de l'innovation. *Mathématiques et sciences humaines. Mathematics and social sciences*, 2004, vol.4, n°168, p 43-57.
- SINDJUI, C. *Le grand guide des systèmes de contrôle commande industriels*. Paris: Lexitis éditions, 2014.
- VASEL, J. One Plant, One System : Benefits of Integrating Process and Power Automation. In : *Protective Relay Engineers, 2012 65<sup>th</sup> Annual Conference for IEEE*, 2012, p. 215-250.
- WOLLAMS, K. *Les Web services*. [En ligne]. 2005 [Consulté le 10/08/2016]. Disponible à l'adresse : <http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2004/woollams/index.html>

## **Partie VI. Conclusion**

### 13. Rappel des objectifs de recherche

La 4<sup>ème</sup> révolution industrielle apparaît comme une rupture technologique incontournable pour les industries du XXI<sup>ème</sup> siècle. Pour des industries confrontées à des forts enjeux économiques, écologiques et sociétaux, ce phénomène signifie : augmentation de performances ainsi que maîtrise et réduction des coûts. Dans le cadre de cette révolution, la convergence IT OT fait référence à un contexte industriel spécifique. Elle désigne toutes les connexions techniques et humaines entre des systèmes globaux de gestion d'entreprise (IT) et des systèmes de contrôle-commande industriels (OT). Ce contexte implique des changements organisationnels comme la création de processus communs entre l'IT et l'OT, la mise en commun des organisations et des KPI ou encore l'évolution des compétences. Ces changements organisationnels peuvent être à l'origine d'un refus d'investissement ou d'utilisation par rapport à un concept d'offre. Cette thèse est née du constat qu'un fournisseur d'automatismes industriels ne pouvait se permettre de déployer des méthodes et outils d'innovation sans tenir compte de l'organisation d'une entreprise cliente. La problématique de recherche a alors été énoncée comme suit : quels outils ou méthodes mettre en place pour tenir compte de l'organisation d'une entreprise cliente de solutions OT pour élaborer un concept d'offre ?

La doctorante a ensuite mené une première investigation en étudiant les méthodologies existantes pour générer en phase amont de conception une offre de service ou produit. Une phase amont de conception est « *un processus où les besoins clients et les opportunités de marché sont déterminés, les idées pour les nouveaux produits sont générés, les concepts produits sont développés et évalués jusqu'à la prise de décision visant à industrialiser le produit ou non.* » (Hohenegger et al, 2008). Ce travail de thèse s'est alors tourné vers l'élaboration d'outils ou méthodes caractérisant l'organisation des entreprises clientes pour les deux macro-activités d'une phase amont de conception :

- L'identification et l'étude des opportunités de création de valeur ou « *Customer Concerns* ».
- La génération et l'enrichissement de concepts en réponse à ces opportunités.

L'objectif n'était pas pour autant d'« inventer » un processus amont de conception. Le fournisseur d'automatisme industriel considéré (Schneider Electric) possède en interne un processus dédié à l'élaboration d'innovations de produit et services. Le but de la recherche fut alors d'étudier les manques des pratiques industrielles en place pour proposer des outils capables d'anticiper et d'inhiber un refus d'investissement ou d'utilisation d'un concept d'offre.

### 14. Les apports du travail de recherche

Plusieurs contributions ont été formalisées en collaboration avec les chercheurs et les industriels pour lever les verrous identifiés.

La première de ces contributions concerne un état de l'art (partie III) sur :

- Les méthodes d'élicitation des « *concerns* ».
- Les moyens de définition des besoins fonctionnels des solutions en réponse à ces « *concerns* ».
- Les concepts et méthodes existants pour caractériser le contexte organisationnel d'une entreprise.

Il permet à Schneider Electric de mettre en lumière l'étendue des théories et des pratiques actuelles pour tenir compte des changements organisationnels inhérents à une innovation.

Une seconde contribution est un diagnostic des pratiques actuelles en lien avec la problématique de recherche (partie IV). Ce travail a permis d'identifier et caractériser les manques de la phase amont du processus de conception déployée à Schneider Electric. Ce diagnostic offre des pistes d'amélioration et permet à la communauté scientifique de connaître certaines pratiques industrielles ainsi que leurs problèmes liés à l'acceptation d'une solution.

A partir de ce diagnostic, une contribution cœur est formalisée incluant deux types de résultats :

- Méthodologiques (partie IV)
  - ✓ Un modèle de description des « *Customer Concerns* » et des recommandations. L'objectif est d'associer les fonctions archétypales d'acteurs aux « *Customer Concerns* » (composant 1 et 2 du processus RACCP).
  - ✓ Un modèle de description des acteurs, un modèle de représentation de leurs relations et des recommandations. Le but est de caractériser les profils et relations des fonctions archétypales d'acteurs concernés par les opportunités de création de valeur (composant 3,4 et 5 du processus RACCP).
  - ✓ Un ensemble d'outils et recommandations pour tenir compte des profils et relations des fonctions archétypales d'acteurs pour générer et peaufiner un concept (composant 7,8 et 9 du processus RACCP).
  - ✓ Des recommandations pour tenir compte de l'hétérogénéité des acteurs impactés par un concept lors du test d'acceptabilité de ce dernier (composant 10 du processus RACCP).
- Données liées au contexte de convergence IT OT (partie V)
  - ✓ Une définition des notions IT, OT et convergence IT OT.
  - ✓ Une représentation générique des systèmes techniques OT, IT et des échanges de données entre ces systèmes au sein des entreprises clientes.
  - ✓ Une expression formalisée des « *Customer Concerns* », des profils et relations entre acteurs liés au contexte de convergence IT OT.

Ce dernier type d'apport constitue également un support de communication pour montrer les livrables attendus du processus RACCP.

Concernant l'applicabilité du processus RACCP, quelques recommandations sont formalisées. Tout d'abord, ce modèle a été conçu pour des contextes similaires à celui de la convergence IT OT. Les concepteurs en innovation doivent donc l'adapter suivant leurs projets et études spécifiques. Par ailleurs, l'applicabilité de la solution méthodologique repose sur des compétences et rôles spécifiques :

- Le rôle du responsable de projet d'innovation. Il constitue le pilote des activités de la phase amont du processus de conception.
- Le rôle du groupe de travail. Il permet d'analyser des données tirées des investigations terrain. Il valide les choix liés aux différents livrables issus de cette analyse.
- Des compétences liées aux méthodes d'entretien semi-directif.
- Des compétences liées à l'analyse collective du matériau issu des investigations terrain.



## 15. Perspectives

Deux types de perspectives sont identifiés :

- Les perspectives liées à l'approfondissement de certains résultats d'expérimentation du processus RACCP.
- Les perspectives liées à l'activation des savoirs.

Pour la première famille de perspectives, les travaux d'approfondissement concernent :

- La mise à l'épreuve des « *Customer Concerns* », profils et relations entre acteurs formalisés pour le contexte de convergence IT OT. Le but est de vérifier, par le biais de plusieurs projets, la représentativité et la fiabilité de ces modèles instanciés.

Pour l'activation des savoirs :

- Le processus RACCP a été formalisé et représenté sous forme de guide pour aider les concepteurs en innovation à l'exploiter. Des premiers retours d'expérience sont attendus suite à l'utilisation du processus dans le cadre d'un futur projet d'innovation. Ces retours vont permettre de peaufiner et adapter le processus RACCP.
- Par ailleurs, la solution méthodologique RACCP peut s'appliquer à tout contexte nécessitant la prise en compte de changements organisationnels. Ainsi, approfondir la validation de cette solution dans plusieurs contextes de ce type constitue une perspective.
- Le processus RACCP est composé de briques de solution appelées composants. Ces briques sont utilisées pour répondre aux manques liés aux activités d'une phase amont d'un processus de conception. Ces manques sont relatifs à la capacité de prise en compte des changements organisationnels inhérents à l'introduction d'une innovation au sein des entreprises clientes. Le processus considéré comme terrain d'expérimentation pour ce travail de thèse est celui d'un fournisseur d'automatisme industriel (Schneider Electric). Les activités d'un tel processus sont suffisamment génériques pour être comparées à celles des méthodes existantes « *Fuzzy Front End* » (voir **Tableau III-1**). Ainsi, le domaine d'applicabilité de la solution méthodologique proposée est l'ensemble des processus amont de conception nécessitant la prise en compte des changements organisationnels. Par conséquent, approfondir la validation de cette solution pour plusieurs processus de ce type constitue une perspective.

## Bibliographie

HOHENEGGER, J., BUFARDI, A., XIROUCHAKIS, P. Compatibility knowledge in Fuzzy Front End. In : BERNARD, A., TICHKIEWITCH, S. *Methods and Tools for Effective Knowledge Life-Cycle-Management*. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2008, p. 243-258. ISBN 978-3-540-78430-2.

## Annexe 1 : « Customer Concerns »

### CC 1 : Difficulté à planifier des actions de maintenance préventive

« On aura tendance à faire beaucoup de prévention mais c'est là où l'intérêt d'avoir un système avec compteur serait fantastique c'est qu'avant de déclencher de façon préventive, tous les relevés nous permettraient de savoir comment a évolué ou vieilli la machine » (DSI, Albioma)

« On pourrait aller vraiment, les temps des moteurs et tout, c'est pareil, on pourrait optimiser la maintenance beaucoup plus que ce qu'on fait aujourd'hui » (Automatisme et informatique industrielle, Aéroport de Nice)



• **Causes** : -Absence de remontées des temps de fonctionnement des machines/installations et/ou nombre d'actions mécaniques et/ou nombre de pièces produites

• **Impacts** : Perte temps et argent (temps moyen entre arrêts du procédé en place non optimisé)

• **Palliatifs** : Saisie manuelle des données relatives aux machines

• **Personas impliqués** : Responsable maintenance exploitation, Responsable production

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

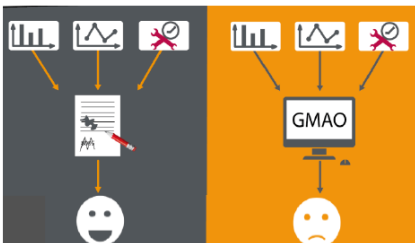
• **Segments concernés** : Infrastructure, Entreprises mettant en œuvre des processus industriels, Entreprises manufacturières

• **Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Lyon, Aéroport de Nice, Albioma, NTN SNR

• **Impact sur architecture** : Pas de flux de données entre l'OT et la fonction GMAO

### CC 2 : Difficulté à renseigner les données relatives au fonctionnement machines dans la GMAO

« Aujourd'hui on est très papier. Là, on veut des outils informatiques type tablette où on peut aller beaucoup plus vite. Et éventuellement, soit on fait du manuel, c'est l'opérateur qui saisit, soit on va jusqu'à l'automatique et on récupère la donnée dans la machine. » (Responsable maintenance exploitation, NTN SNR)



• **Causes** : Réticences des opérateurs pour passer à la saisie ordinateur (habitudes de travail)

• **Impacts** : -Difficulté d'engager des actions d'amélioration de la maintenance  
-Difficulté d'engager des actions d'optimisation du fonctionnement des équipements OT

-Impossibilité de remonter des informations (ex: ordre d'achat pour gestion des stocks) aux fonctions IT présentes comme ERP.  
-Gestion erronée des stocks.

• **Palliatifs** : Utilisation du papier pour gérer les actions de maintenance

• **Personas impliqués** : Responsable maintenance exploitation, Responsable production, opérateur maintenance exploitation

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

• **Segments concernés** : Entreprises manufacturières

• **Entreprise(s) type(s)** : NTN SNR

• **Impact sur architecture** : Fonction GMAO non utilisée

## CC 3 : Difficulté à faire accepter la fonction GMAO pour renseigner les temps d'intervention

«Les dépanneurs l'ont aussi mal pris que la production. Pour eux, c'était du flicage » (Automatisme et informatique industrielle, Les Salins du Midi)

«La base de données GMAO n'est pas renseignée. Tant que l'on a pas une image réelle de ce qui se passe, les données ne sont pas exploitables. Tant que ça, ça ne sera pas fait, la GMAO ne sert pas à grand chose» (Méthodes conception, Malongo)



- **Causes** : Sensation de « flicage » ressentie par les dépanneurs
- **Impacts** : -Difficulté d'engager des actions d'améliorations de maintenance  
-Difficulté d'engager des actions d'optimisation du fonctionnement des équipements  
-Impossibilité de remonter des informations aux applications informatiques présentes comme ERP (ex: ordre d'achat pour gestion des stocks).  
-Gestion erronée des stocks.

• **Palliatifs** :

• **Personas impliqués** : Automatisme et informatique industrielle, Maintenance conception, Méthodes conception

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

• **Segments concernés** : Infrastructure, Entreprises mettant en œuvre des processus industriels, Entreprises manufacturières

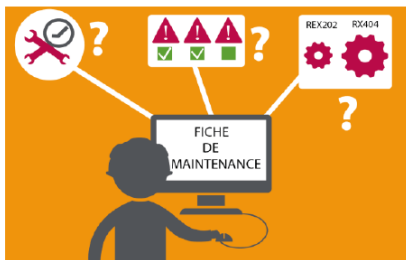
• **Entreprise(s) type(s)** : Les Salins du Midi, Malongo, Aéroport de Nice

• **Impact sur architecture** : Fonction GMAO non utilisée

## CC 4 : Difficulté à avoir des données fiables relatives aux actions de maintenance réalisées

«Au lieu de saisir une demi-heure, c'était le temps réel, ils vont saisir trois heures. Les gens qui vérifient la qualité des données, ils ont beaucoup de boulot » (EPC, Degrémont)

« Le problème, ils remplissent les bons après, parce qu'ils vont sur l'intervention, et des fois, comme ils sont sollicités sur plusieurs pannes en même temps, ils vont déjà sur toutes les pannes, et après, ils vont remplir les bons.» (Responsable maintenance exploitation, Aéroport de Lyon)



• **Causes** : Difficulté de mise à jour du cahier de maintenance

- **Impacts** : -Le responsable de la machine ne peut pas faire une gestion des stocks de pièces détachées.  
-Difficulté de planifier les actions de maintenance préventive

• **Palliatifs** :

• **Personas impliqués** : EPC, Automatisme et informatique industrielle, Responsable maintenance exploitation

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

• **Segments concernés** : Infrastructure, Entreprises mettant en œuvre des processus industriels, Entreprises manufacturières

• **Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Nice, Aéroport de Lyon, Degrémont, Lyonnaise des Eaux, NTN SNR

• **Impact sur architecture** : Mauvaise fiabilité des données circulant entre OT et GMAO.

## CC 5 : Difficulté à assurer la sécurité du réseau informatique industrielle

«Après, il y en a un qui n'est pas loin du pont Napoléon III qui, lui, va gérer les totems d'affichage pour la disponibilité des parkings, le parking spécial pour prendre des places, machin, ça, c'est géré par l'automate qui est dans le pied du totem, donc quelqu'un de malveillant, il pourrait ouvrir le totem avec un simple pied de biche, se connecter, et avoir accès au réseau» (Informatique, Aéroport de Nice)

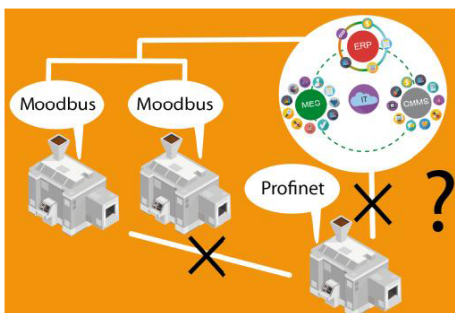


- **Causes** : L'aspect cybersécurité n'est pas traité dans les automatismes.
- **Impacts** : Risque de piratage du réseau IT d'entreprise
- **Palliatifs** :
- **Personas impliqués** : Informatique, DSI, Automatismes et informatique industrielle
- **Phase du cycle de vie concernée** : Conception et installation, Exploitation et modification
- **Segments concernés** : Infrastructure
- **Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Nice
- **Impact sur architecture** : Risques liés à la cybersécurité des fonctions OT

## CC 6 : Difficulté à ajouter/modifier une installation

«On a de plus en plus d'équipements, et dialoguer avec les automates, ce n'est pas toujours simple, on est parfois obligé de rajouter des passerelles pour ajouter des équipements» (Informatique, Aéroport de Lyon)

«Les serveurs OPC... On s'en sert quand on a des difficultés entre TopKapi et le système de récupération des informations de PLC. Il peut arriver qu'il n'y ait pas de protocole de développé.» (Automatismes et informatique industrielle, Lyonnaise des Eaux)



- **Causes** :-Hétérogénéité des machines/installations présentes et inexistence du protocole permettant la récupération des données OT de ces machines/installations vers les fonctions IT
- Nombre de machines et de PLC augmente
- Les infrastructures de communication entre OT et IT présentes ne permettent pas d'intégrer facilement de nouveaux équipements OT.

**Impacts** : Les investissements pour les évolutions des infrastructures de communication sont importants

**Palliatifs** : Virtualisation d'une partie du réseau IT et développement spécifique du chemin de l'information du capteur OT vers le serveur IT

**Personas impliqués** : Informatique, Automatismes et informatique industrielle, Méthodes conception, Responsable production, Industrialisation, Industrialisation informatique, EPC, OEM, OEM Process, SI.

**Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

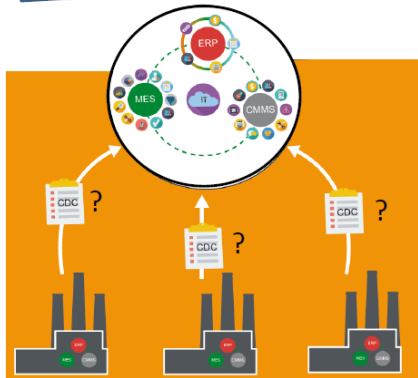
**Segments concernés** : Infrastructure, Entreprises mettant en œuvre des processus industriels, Entreprises manufacturières

**Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Lyon, Lyonnaise des Eaux, Aéroport de Nice, NTN SNR, Albioma

**Impact sur architecture** : Difficultés dans l'évolution de la connexion IT-OT

## CC 7 : Difficulté à évaluer les coûts de connexion IT OT

*On a créé des connecteurs qui coûtent cher à mettre en place avec plein d'informations. Et, du coup, au lieu d'en avoir pour, je ne sais pas, pour 300 000 euros, ils en ont eu pour 500 000 euros.» (EPC, OTV CAD.Eau)*



• **Causes** : Hétérogénéité des protocoles de communication des machines

• **Impacts** : Coût de connexion IT OT important

• **Palliatifs (évoqués)**: Faire une application avec un OPC serveur pour la connexion

• **Personas impliqués** : Industrialisation, Méthodes conception, Responsable production, Responsable maintenance exploitation, Industrialisation informatique, Informatique, Automatisation et informatique industrielle, EPC, SI, DSI.

• **Phase du cycle de vie concernée** : Conception et installation, Exploitation et modification

• **Segments concernés** : Infrastructure, Entreprises mettant en œuvre des processus industriels, Entreprises manufacturières

• **Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Lyon, Lyonnaise des Eaux, NTN SNR, EAI Tricot, OTV CAD.Eau

• **Impact sur architecture** : Difficulté dans la mise en place de la connexion IT-OT

## CC 8 : Difficulté pour maintenir des outils SCADA et IT anciens et/ou développés en interne End User

*« Oui, il commence à être un peu vieux, c'est développé en FoxPro, donc c'est des vieux trucs, on a un peu de mal à le maintenir. » (Informatique, Aéroport de Lyon)*

*« ça fonctionne hein mais c'est très ancien. Ils ont des limitations parce que ils sont obligés d'avoir des opérateurs très formés parce qu'en fait Vigil ça ressemble à du Windows DOS pour vous donner une idée. » (Informatique, Everdyn)*



• **Causes** : Utilisation de solutions logicielles OT ou IT obsolètes

• **Impacts** : Perte de temps dans la formation du personnel exploitant ces logiciels.

• **Palliatifs** :

• **Personas impliqués** : Informatique, Méthodes conception, Maintenance conception

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

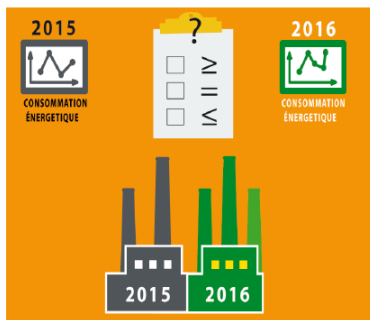
• **Segments concernés** : Infrastructure, Entreprises mettant en œuvre des processus industriels, Entreprises manufacturières

• **Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Lyon, NTN SNR, Everdyn

• **Impact sur architecture** : Difficulté de maintenance des fonctions IT (ex : GMAO)

## CC 9 : Difficulté à comparer des consommations de WAGES (Water, Air, Gas, Energy, Steam) sur des périodes longues

« Quand ils en sont à vouloir comparer des consommations sur des périodes un peu longues, c'est vrai que c'est toujours un peu, ça reste de l'appréciation parce que la base de calcul n'est pas la même, enfin l'infrastructure n'est pas la même, et ça, c'est vrai que c'est des choses qu'on a du mal à gérer correctement. » (Informatique, Aéroport de Lyon)



- **Causes** : Modifications des infrastructures au cours du temps
- **Impacts** : Difficulté de faire une estimation des futures consommations de WAGES
- **Palliatifs** :
- **Personas impliqués** : Informatique, Maintenance conception
- **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification
- **Segments concernés** : Infrastructure
- **Entreprises où CC rencontré** : Aéroport de Lyon
- **Impact sur architecture** : Difficulté liée à la fonction IT pour suivi et optimisation des consommations WAGES

## CC 10 : Difficulté à remonter des données d'environnements OT isolés

« Autant les compteurs d'eau étaient un peu dissimulés dans la nature dans des endroits où, si on veut amener du réseau, ça coûterait beaucoup » (Maintenance conception, Aéroport de Lyon)



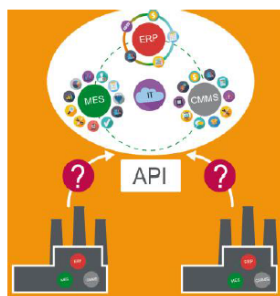
- **Causes** : Présence d'équipements OT distants
- **Impacts** : -Obligation de vérification manuelle du fonctionnement effectif de ces équipements OT  
-Difficulté de planifier des actions de maintenance préventive et de corriger les problèmes au plus tôt
- **Palliatifs (évoqués)** : les ondes radio sont utilisées mais sont perturbées (ex : vitres)
- **Personas impliqués** : Informatique, Automatismes et informatique industrielle, Maintenance conception
- **Phase du cycle de vie concernée** : Conception et installation
- **Segments concernés** : Infrastructure
- **Entreprises où CC rencontré** : Aéroport de Lyon, Aéroport de Nice
- **Impact sur architecture** : Pas de flux de données entre l'OT et la fonction GMAO



## CC 11 : Difficulté à mettre en place les infrastructures de connexion des fonctions IT et OT

« L'intérêt principal est plutôt de mettre en marche la GMAO et de regarder tous les investissements nécessaires pour faire remonter l'information au logiciel. Des fois ce n'est pas évident » (EPC, Degrémont)

« Les rapports que l'on faisait en interne avec Excel donc, c'était un peu dépassé. Ils voulaient avoir quelque chose d'un peu plus nouveau avec l'avantage de fond d'uniformiser sur toute la métropole en fait, avoir une seule base de données générale » (Automatisme et informatique Industrielle, Véolia)



• **Causes** : Faible priorité des investissements pour mise en place de l'interface de récupération et de formatage des données OT vers IT

• **Impacts** : - Faible fiabilité des indicateurs (ex : taux de pannes)  
- Difficulté d'optimiser la planification des actions de production et maintenance  
- Génération par le personnel de l'entreprise d'une quantité importante de fichiers Excel hétérogènes dans la structure et le contenu

• **Palliatifs** : - Mise en place d'un lien entre base de données liée à la fonction SCADA (avec stockage de la liste des index des équipements) et fonction IT.

• **Personas impliqués** : EPC/SI/OEM/OEM Process, Automatisme et informatique industrielle, DSI, Informatique, Méthodes conception

• **Phase du cycle de vie concernée** : Conception et installation

• **Segments concernés** : Entreprises mettant en œuvre des processus industriels

• **Entreprise(s) type(s)** : Albioma, Degrémont, Véolia.

• **Impact sur architecture** : Connexion IT OT absente

## CC 12 : Difficulté à mutualiser et croiser les données relative à plusieurs processus d'entreprise

« L'exploitation, quand tu as un incident, tout le monde est au courant de suite que ce soit les parkings, tout le monde sait s'il y a un problème, ou quelle est la difficulté, ou s'il y a un problème, tout le monde est au courant, c'est vrai que l'info, elle est [...] le fait qu'on soit dans des entités séparées, ce n'est pas forcément optimal [...] Jusqu'à présent, on avait des systèmes complètement séparés, avec une infrastructure traditionnelle pour l'informatique industrielle. » (Automatisme et Informatique Industrielle, Aéroport de Nice)

(Automatisme et Informatique Industrielle, Aéroport de Nice)

« Le problème c'est qu'on a tous nos centres qui sont des centres déportés, à un moment donné on a aussi besoin de consolider les informations. » (DSI, Albioma)



• **Causes** : - Réseau informatique industrielle et réseau IT séparés

- Les interfaces de programmations (API) des applications d'entreprise ne dialoguent pas elles

• **Impacts** : - Difficulté de réaliser une analyse comparative d'indicateurs entre sites pour mettre en place des actions visant à l'optimisation des indicateurs  
- Difficulté de prendre des décisions à un niveau opérationnel ou stratégique.

• **Palliatifs** : Mise en place d'un bus de données pour permettre la communication entre plusieurs applications et standardisation des échanges de données

• **Personas impliqués** : Automatisme et Informatique Industrielle, DSI, Informatique, Méthode conception

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et maintenance

• **Segments concernés** : Infrastructure, Entreprises mettant en œuvre des processus industriels

• **Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Nice, Albioma, Lyonnaise des Eaux, Schneider Electric Malongo, Véolia

• **Impact sur architecture** : Manque d'intégration des fonctions IT entre elles et entre les fonctions IT et OT.

## CC 13 : Difficulté à disposer d'une fonction SCADA performante

«C'était pas lent parce qu'on avait mal développé en gros. Que c'est parce que il y avait trop de choses sur certaines vues et bah forcément c'est une limitation du produit quoi. Donc ça c'est un problème.»  
(Informatique, Everdyn)



•**Causes** : -Cahier des charges établi par utilisateur de la fonction SCADA ne tient pas compte des limites techniques de la fonction SCADA (ex : Quantité de données à traiter possible).

•**Impacts** : Insatisfaction utilisateur et retard projet

•**Palliatifs** : -Dissociation d'informations sur plusieurs vues de SCADA (refusé car les opérateurs sont habitués à avoir tout sur une seule vue)

•**Personas impliqués** : Informatique

•**Phase du cycle de vie concernée** : Conception et installation

•**Segments concernés** : Entreprises mettant en œuvre des processus industriels

•**Entreprise(s) type(s)** : Everdyn

•**Impact sur architecture** : Performances de la fonction SCADA (OT)

## CC 14 : Difficulté à obtenir des temps de réponse satisfaisants dans les échanges de données entre les fonctions OT et IT

«Sur le tri bagages, on a ce problème, on a des capteurs, enfin des petits chariots automatisés qui transportent les bagages sur le trieur, et en fait le temps de communication maximum entre ce transporteur à bagages, ce wagonnet et le serveur, c'est 100 milli secondes maximum, et donc on a dû apporter une réponse en termes d'infrastructure spécifique pour ce problème-là» (Automatisme et informatique industrielle, Aéroport de Nice)



•**Causes** : -Quantité importante de firewalls  
-Connexions des environnements techniques OT avec des machines virtuelles

•**Impacts** : Baisse d'efficacité du service rendu par l'environnement technique OT

•**Palliatifs** : Non virtualisation des serveurs IT. Installation de serveurs IT proches de l'environnement technique OT

•**Critiques de palliatifs** : Palliatif contraire à la philosophie IT qui tend à la virtualisation de tous les moyens.

•**Personas impliqués** : Automatisme et informatique industrielle, Informatique

•**Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

•**Segments concernés** : Infrastructure

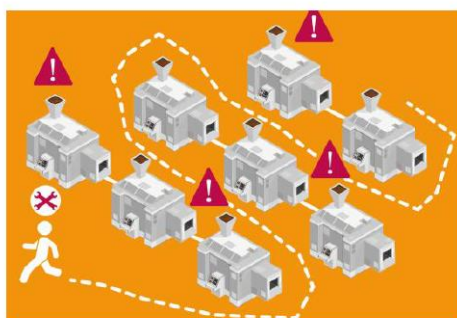
•**Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Nice

•**Impact sur architecture** : Performances de communication entre les fonctions OT et IT.



## CC 15 : Difficulté à optimiser les déplacements physiques des automaticiens

«J'aimerais que tout soit centralisé, que je n'ai pas à bouger à gauche à droite sans arrêt, à courir partout » (Maintenance conception, Les Salins du Midi)



•**Causes** : Impossibilité de faire des modifications du système OT à par d'un point centralisé

•**Impacts** : Perte en productivité, diminution du TRS

•**Palliatifs** : -Utilisation d'un logiciel de programmation d'automate en Cloud  
-Accès aux machines via PC de Supervision centralisé

•**Personas impliqués** : Maintenance conception, Automatismes et informatique industrielle

•**Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

•**Segments concernés** : Entreprises mettant en œuvre des processus industriels

•**Entreprise(s) type(s)** : Les Salins du Midi

•**Impact sur architecture** : Ø

## CC 16 : Difficulté à retrouver les données nécessaires à la gestion des réclamations après-vente

«[On] m'avait fait des demandes pour justement dans nos demandes, on puisse intégrer aussi la partie suivi qualité » (Automatismes et informatique industrielle, Les Salins du Midi)

« Je sais juste qu'un produit fait ce jour-là avait cette côte-là. Je ne sais pas si c'est celui qui est en défaut. Puisque je ne trace pas. » (Automatismes et informatique industrielle, NTN SNR)



•**Causes** : Absence de traçabilité de données spécifiques relatives à la fabrication de produit sur toute la chaîne de valeur du produit

•**Impacts** : - Rappel de parcs de plus ou moins 4 semaines autour d'une date estimée où est survenu le problème sur la fabrication du produit => perte d'argent et de temps  
-Diminution de la satisfaction client

•**Palliatifs** : Amélioration de la fonction MES en lien avec les machines.

•**Personas impliqués** : Méthodes conception, Automatismes et informatique industrielle, Responsable production

•**Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

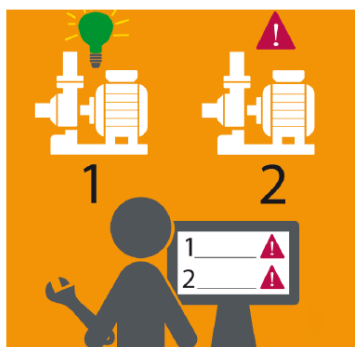
•**Segments concernés** : Entreprises mettant en œuvre des processus industriels, entreprises manufacturières.

•**Entreprise(s) type(s)** : Les Salins du Midi, NTN SNR, Schneider Electric

•**Impact sur architecture** : Absence de connexion entre l'OT et la fonction MES sur toute la chaîne de valeur du produit.

## CC 17 : Difficulté à trier les alarmes

«Je ne vais créer un bon que dans tel cas, quand j'ai telle alarme, que j'ai celle-ci, puis j'ai ça, et quand je n'ai pas ça, et là, je crée un bon », et effectivement, on avait une création automatique, on avait identifié les alarmes, on créait le bon automatiquement, mais en fait, on est revenu à un mode semi-automatique » (Informatique, Aéroport de Lyon)



•**Causes** : Difficulté de modéliser le schéma de pensée qui amène à la décision de décret d'une panne

•**Impacts** : - Mauvais ciblage des interventions de maintenance (ex : déplacement inutile des chargés de maintenance)

•**Palliatifs** : -La responsabilité de la création du bon reste à l'opérateur et assignation manuelle du personnel nécessaire (ex : opérateur de maintenance exploitation, automaticien)

•**Personas impliqués** : Responsable de maintenance exploitation, Informatique, maintenance conception

•**Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

•**Segments concernés** : Infrastructures, entreprises manufacturières

•**Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Lyon, NTN SNR

•**Impact sur architecture** : Difficulté d'automatisation certains flux de données entre la fonction GMAO et les systèmes OT.

## CC 18 : Difficulté à avoir une connexion Internet de bonne qualité

«Le mode SaaS, il est intéressant, mais il devient vite très contraignant quand on a beaucoup de liens avec l'interne aussi. » (Informatique, Aéroport de Lyon)



•**Causes** : Manque de fiabilité des services fournis par les opérateurs de télécommunication

•**Impacts** : Utilisation défectueuse des fonctions IT hébergées en mode SaaS

•**Palliatifs** : Réalisation de travaux d'infrastructure pour la liaison Internet

•**Personas impliqués** : Informatique

•**Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

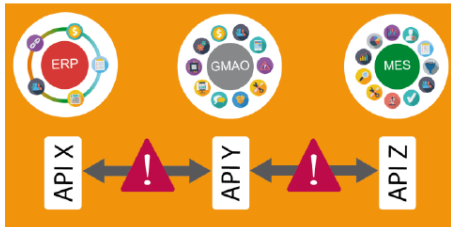
•**Segments concernés** : Infrastructures

•**Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Lyon

•**Impact sur architecture** : Manque de fiabilité des services rendus par toute fonction IT en mode SaaS.

## CC 19 : Difficulté à connecter différentes fonctions IT entre elles

«Le mode SaaS, il est intéressant, mais il devient vite très contraignant quand on a beaucoup de liens avec l'interne aussi.» (Informatique, Aéroport de Lyon)



•**Causes** : Interfaces informatiques de programmation (API) des applications IT sont différentes

•**Impacts** : Exploitation partielle des fonctionnalités des fonctions IT hébergées en mode SaaS.

•**Palliatifs** :

•**Personas impliqués** : Informatique

•**Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

•**Segments concernés** : Infrastructure

•**Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Lyon

•**Impact sur architecture** : Pas d'échanges de données entre les fonctions IT.

## CC 20 : Difficulté à avoir des indicateurs précis concernant les disponibilités machines

«Le problème de ces indicateurs, c'est que là encore, quand on globalise, on globalise, on globalise, on a un taux d'indisponibilité globale, ça ne veut pas dire grand-chose. C'est toujours... Il y a des compagnies qui ne viennent chez nous qu'une fois par jour, elles disent : « chaque fois que je viens, de toute façon, c'est en panne », et pour autant, on présente un taux de disponibilité qui est super-bon.» (Informatique, Aéroport de Lyon)



•**Causes** : Les indicateurs ne sont pas différenciés et spécifiques par utilisateur (ex : compagnie aérienne) des environnements techniques

•**Impacts** : Mauvaise optimisation du service rendu aux utilisateurs des environnements techniques (ex : tri bagage)

•**Palliatifs** : Association de données pour augmenter le niveau de détails des indicateurs (ex : Alstef associe n° vol avec niveau occupation équipement OT de l'environnement technique)

•**Personas impliqués** : Informatique, Automatisation et informatique industrielle, Maintenance conception

•**Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

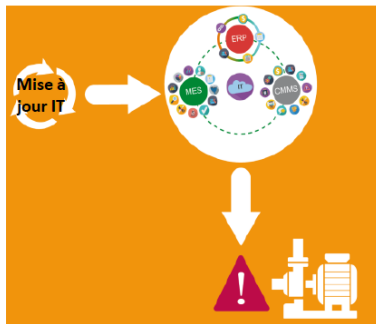
•**Segments concernés** : Infrastructure

•**Entreprise(s) type(s)** : Aéroport de Lyon

•**Impact sur architecture** : Niveau de détails des indicateurs de la fonction SCADA insuffisant (indicateurs calculés sur les flux de données circulant entre machines de l'OT et SCADA).

## CC 21 : Difficulté à supprimer les impacts négatifs de des modifications IT sur la disponibilité des installations OT

« Ils font une mise à jour, bah ils arrêtent le PC, puis ils redémarrent, mais de l'autre côté, bah comme ils ne prévoient personne, bah forcément ça crée des erreurs de communication. » (EPC, EAI Tricot)



• **Causes** : Mise à jour des logiciels par la DSI implique un arrêt des automatismes

• **Impacts** : Diminution de la disponibilité du système OT

• **Palliatifs** :

• **Personas impliqués** : DSI, EPC, Informatique

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

• **Segments concernés** : Entreprises mettant en œuvre des processus industriels

• **Entreprise(s) type(s)** : EAI Tricot, Arkopharma

• **Impact sur architecture** : Propagation des perturbations de fonctionnement des fonctions IT vers les fonctions OT.

## CC 22 : Difficulté à associer la personne disposant de la compétence adaptée au problème/panne survenue

« Des fois, les problèmes peuvent être à cheval entre deux compétences. Tous les trois ou quatre ans, il y a des réorganisations. [...] Là c'est l'expérience qui fait qu'on dit à tel endroit, il vaut mieux envoyer un automaticien qu'un exploitant » (Automatisme et informatique industrielle, La Lyonnaise des Eaux)



• **Causes** : Niveau de détails de l'information relative au problème/panne insuffisant

• **Impacts** : -Perte de temps dans la résolution du problème  
-Diminution de la disponibilité des installations

• **Palliatifs** :

• **Personas impliqués** : Responsable maintenance exploitation, Automatisme et informatique industrielle

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

• **Segments concernés** : Entreprises mettant en œuvre des processus industriels

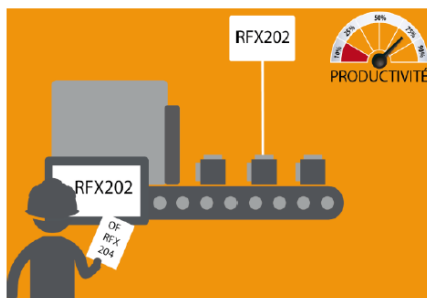
• **Entreprise(s) type(s)** : La Lyonnaise des Eaux

• **Impact sur architecture** : Insuffisance du niveau d'informations fournies par la fonction SCADA et/ou fonction GMAO

## CC 23 : Difficulté à améliorer le taux de productivité machine ou installation

« La partie étiquetteuse va évoluer. On veut supprimer les erreurs humaines et ne plus avoir à recycler 10, 50, 100 colis et palettes »  
(Méthodes conception, Malongo)

« Aujourd'hui malheureusement il y a encore la possibilité de se tromper et dire que sur la MRI on veut du GR mais si le grilleur, l'opérateur de la torréfaction paramètre un Brésil à la place de GR (grande réserve) et bien on aura du Brésil. On n'a pas de moyens de contrôler que le flux qui arrive c'est bien du GR » (Méthodes conception, Malongo)



• **Causes** : La saisie manuelle des données de production par les opérateurs est une source d'erreurs.

• **Impacts** : Diminution de la productivité globale entreprise par une augmentation des déchets de production

• **Palliatifs** : Connexion des machines et installations de production à la fonction ERP

• **Personas impliqués** : Méthode conception, Responsable production, Opérateur de production, Informatique

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

• **Segments concernés** : Entreprise mettant en œuvre des processus industriels

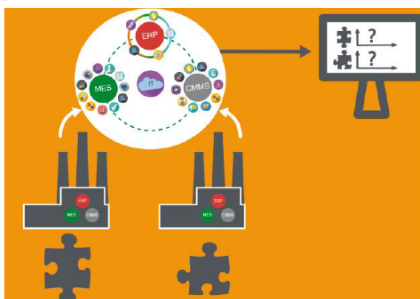
• **Entreprise(s) type(s)** : Malongo

• **Impact sur architecture** : Faible fiabilité des données échangées entre les machines/installations (OT) et la fonction ERP

## CC 24 : Difficulté à consolider les données de production des différents sites industriels

« Bahn est l'ERP de la maison mère de Malongo. A chaque modification, cela prend beaucoup de temps, de personnes donc en contrepartie, ils font des verrues à travers Excel  
(Informatique, Malongo)

« Les managers, les gens qui ont plusieurs usines à gérer, eux vont vouloir avoir une vue de synthèse qui est beaucoup facile à établir grâce aux rapports. On ne veut plus voir les choses sur des graphiques ou sur des synoptiques, on veut voir ça dans les tableaux avec des données agrégées » (EPC, OTV CAD.Eau)



• **Causes** : -Difficulté d'interfacer différentes fonctions IT entre elles  
-Complexité des fonctions IT pour générer les rapports appropriés

• **Impacts** : - Génération par le personnel de l'entreprise d'une quantité importante de fichiers Excel hétérogènes dans la structure et le contenu  
-Perte de temps pour agréger et organiser les données

• **Palliatifs** :

• **Personas impliqués** : Informatique, EPC, méthodes conception, Automatisation et informatique industrielle

• **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

• **Segments concernés** : Entreprises mettant en œuvre des processus industriels

• **Entreprise(s) type(s)** : Malongo, NTN SNR, OTV CAD.Eau, Véolia

• **Impact sur architecture** : Format de présentation des données pour fonctions IT

## CC 25 : Difficulté à visualiser une quantité importante de données pour certaines fonctions IT

«La difficulté là-dessus, c'est le nombre d'enregistrements. Il a fallu que je prenne du 1<sup>er</sup> avril au 7 ou 10 avril et j'ai déjà 64 000 données. Et je ne peux pas en ouvrir plus de 65 000. Donc c'est quand même tout de suite très vite limité. C'est là où on attend d'un MES, ou d'un ERP derrière, un vrai historique » (Automatisme et informatique industrielle, NTN SNR)



•**Causes** : Les capacités de stockage de données des fonctions IT sont insuffisantes (pour aide à la prise de décision)

•**Impacts** : Difficulté d'analyser des données sur des périodes de temps

•**Palliatifs** :

•**Personas impliqués** : Informatique, Automatisme et informatique industrielle, Responsable maintenance exploitation

•**Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

•**Segments concernés** : Entreprises manufacturières

•**Entreprise(s) type(s)** : NTN SNR

•**Impact sur architecture** : Difficulté relative à la capacité de stockage des fonctions IT

## CC 26 : Difficulté à certifier la qualité des données de production

« Ça dépend de ce que le client nous demande. Nous, on sait afficher de la donnée brute, on sait lui dire si la donnée brute qu'on attendait elle était présente ou pas présente, on sait lui appliquer des tests automatiques pour lui dire si elle est a priori bonne, a priori fausses, on sait mettre à disposition des utilisateurs des outils qui lui permettent de finir le travail de validation qu'on réserve à des opérateurs. » (EPC, OTV CAD.Eau)



•**Causes** : Difficulté de calculer la qualité des données mesurées en production

•**Impacts** : Augmentation du risque de non adéquation entre prises de décision et ce qu'il se passe effectivement en production.

•**Palliatifs** : Mise en place potentielle de l'outil « *Archestra* »

•**Personas impliqués** : EPC, Informatique

•**Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification

•**Segments concernés** : Entreprises mettant en œuvre des processus industriels

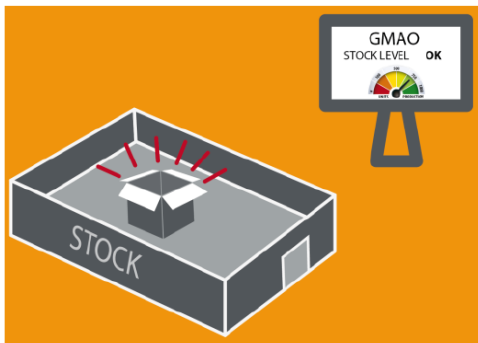
•**Entreprise(s) type(s)** : OTV CAD.Eau, Véolia

•**Impact sur architecture** : Certification des données OT.



## CC 27 : Difficulté à optimiser la gestion des stocks en production

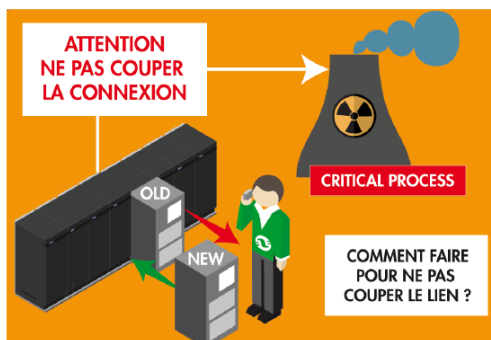
« Source de problèmes quotidiens, les écarts d'inventaire! Il y a des problèmes pour mettre à jour les stocks et pour coordonner le physique et l'informatique. » (Méthodes conception, Schneider Electric)



- **Causes** : Erreurs humaines dans la saisie des stocks dans les fonctions IT
- **Impacts** : Perte d'argent et de temps
- **Palliatifs** :
- **Personas impliqués** : Responsable production, méthodes conception
- **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification
- **Segments concernés** : Entreprises manufacturières
- **Entreprise(s) type(s)** : Schneider Electric
- **Impact sur architecture** :

## CC 28 : Difficulté à remplacer les composants des automatismes d'une installation


« Dès qu'un automate tombe en panne, on renouvelle et ils ne sont pas forcément câblés de la même manière. » (Automatisme et informatique industrielle, Véolia)



- **Causes** : Difficulté de transférer un programme d'un automate à l'autre sans perdre la continuité de services
- **Impacts** : Perte de temps pour les essais de transfert
- **Palliatifs** :
- **Personas impliqués** : Automatisme et informatique industrielle
- **Phase du cycle de vie concernée** : Exploitation et modification
- **Segments concernés** : Entreprises mettant en œuvre des processus industriels
- **Entreprise(s) type(s)** : Véolia
- **Impact sur architecture** : Renouvellement des PLC d'un système OT

## Annexe n°2 : Profils personas

### Persona « Méthodes conception »



**Buts/Objectifs**

- Définit les processus de production d'un produit fini et met en place les infrastructures, applications et services nécessaires au déploiement de ces processus.

**Données personnelles**

- Age: 44
- Qualification : Ingénieur Electronique, Robotique
- Expérience: Développeur applications automatisme et supervision
- Fonction : Ingénieur méthodes et sécurité
- Digital readiness : « OPC UA, Web Services ce sont des outils comme les autres ».
- « Le Cloud c'est plus sûr, il y a plus de dispo. La Direction ne l'a pas encore assimilé ».

**Moyens d'actions**

- Responsabilité du budget pour modernisation des sites industriels
- Met en place formation sur les fonctions OT ou IT mises en place auprès des utilisateurs (production, maintenance, qualité)
- Montée en compétences par rapport aux fonctions OT et IT mises en place

**Influences**

- Dans l'entreprise : choix format fichiers échangés entre OT et IT, choix OEM, choix logiciels IT à utiliser par production, maintenance et qualité (sous la demande de la Direction du site)


**Problèmes/Contraintes**

- Dans sa fonction :
  - Base installée=contraintes pour choix fonctions IT et OT, différences de taille de lot entre sites de production (impact sur conception fonctions MES)
- Dans l'entreprise (organisation, enjeux du système entreprise) :
  - Politique de la Direction générale des sites est une contrainte pour choix fonctions IT (Cloud/Interne), Support de la direction générale des sites par rapport aux projets demandés (ex: exploitation GMAO) est essentiel
- Règlementations (normes gouvernementales...) : suivant segment de marché renforcement nécessité traçabilité

**Moteurs d'action**

- Relatif au rôle : continuité du process de production mis en place
- Relatif à son environnement professionnel : traçabilité produit (agroalimentaire)
- Relatif aux invest, produits, services : simplicité (ex. Fichiers csv), flexibilité des technologies (évolution selon besoins), prix
- Désirs

### Persona « Automatismes et informatique industrielle »



**Buts/Objectifs**

- Met en place et adapte les infrastructures du système OT
- Administre et modifie les applications du système OT
- Met à disposition les données du système OT pour les fonctions IT

**Données personnelles**

- Age: 50
- Qualification : Automatismes et informatique industrielle
- Expérience: Responsable automatismes et informatique industrielle
- Digital readiness

**Moyens d'actions**

- Compétence dans la programmation d'automates
- Maturité des réseaux industriels capables de gérer des méga octets
- Infrastructure IT existante pour connexion OT et IT
- Connaissance du procédé mis en œuvre sur le site.
- Possibilité de suivre des formations aux outils supportant des fonctions OT connectées aux fonctions IT

**Influences**

- Choix OEM
- Type de données à remonter des équipements OT (ex : machines)
- Choix moyens connexion OT et IT (ex : via la supervision ou non)
- Pas d'influence sur les fonctions IT

**Problèmes/Contraintes**

- Dans sa fonction : capacité des équipements OT à être connectés à l'IT, obligation de continuité de services, choix de la base installée (ex : marque automates), doit privilégier des OEM agréés par l'entreprise, architecture "standard" à respecter dans les sites de l'entreprise (ex : Présence TopKapi)
- Dans l'entreprise (organisation, enjeux du système entreprise) : manque de personnes pour développer applications des fonctions OT (ex : SCADA), séparation géographique des sites avec politiques de gestion différentes, mauvaise compréhension entre automatismes et informaticiens
- Règlementations (normes gouvernementales...) : isolement géographique de certains environnements techniques critiques (ex : "surveillance vidéo" pour l'aéroport)

**Moteurs d'action**

- Relatif au rôle : continuité de services, sûreté environnement technique ou procédé industriel, facilité de connexion de l'OT vers le réseau IT, traçabilité produit ou processus
- Relatif à son environnement professionnel : Embauche d'équipes internes pour gérer les fonctions IT, préconisations d'outils maîtrisés par le personnel en interne,
- Relatif aux invest, produits, services : prix, nombre de références dont disposent les SI/EPC, simplicité d'utilisation technologie, niveau de standardisation des technologies, maîtrise des technologies en interne, marques déjà présentes sur le site industriel (volonté d'homogénéisation)
- Désirs : disposer de personnel pour le développement application des fonctions OT (supervision, automatismes...), ne pas avoir avoir de couche intermédiaire à gérer entre fonctions OT et IT (ex : OPC Serveur)



## Persona « Informatique »



### Données personnelles

- Age: 45
- Qualification : Informatique
- Expérience: développeur et intégrateur de services informatiques
- Fonction : Ingénieur informatique
- Digital readiness : « Avec le Cloud vous affranchissez des pannes mais il faut qu'ils vous garantissent la haute disponibilité et après c'est prohibitif. Le Gbit vaut cher »
- « SOAP, Web Services c'est un réseau comme un autre. A partir d'une adresse, vous faites du transfert de fichiers. On n'est pas sûr des installations multi-sites. On prend des protocoles légers et sécurisés. »

### Influences

- Dans l'entreprise :
  - Choix protocoles et format données entrantes sur les fonctions IT (si pas imposé par OEM).
  - Type de données à remonter de l'OT vers l'IT pour analyse
  - Impliqué dans la définition de la stratégie IT

### Buts/Objectifs

- Met en place et adapte les infrastructures nécessaires aux fonctions IT
- Administre et modifie les applications du système IT

### Moyens d'actions

- Maturité des réseaux industriels capables de gérer des Méga Octets
- La fonction SCADA (si présente) peut être un portail pour remonter les données OT vers les fonctions IT
- Data Center (serveurs centralisant les services informatiques) pour mutualisation des coûts avec persona Automatismes et informatique industrielle
- Compétence informatique : virtualisation, gestion serveurs, construction adresse IP

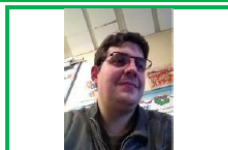
### Problèmes/Contraintes

- Dans sa fonction :
  - Choix de l'OEM(et technologie associée)
  - Ne connaît pas le procédé industriel/environnement technique pour vérifier le processus de consolidation des données remontées aux fonctions IT (donnée présente/manquante, donnée valide/invalid)
- Dans l'entreprise (organisation, enjeux du système entreprise) :
  - Mauvaise compréhension des besoins ressentis par les processus tiers (ex.données à visualiser)

### Moteurs d'action

- Relatif au rôle : Continuité des services informatiques, sécurité communication et données, fiabilité des données, Qualité données, proximité du service informatique avec les métiers OT, maîtrise des outils IT, ergonomie outil IT pour l'utilisateur, niveau de standardisation des outils IT, étanchéité entre réseau industriel et informatique, facilité d'administration des applications IT, résilience réseau, banalisation de la source d'information
- Relatif à son environnement professionnel : homogénéisation des applications informatiques à l'échelle entreprise, proximité du service informatique sur les différents sites
- Relatif aux invest, produits, services : Prix, fichiers plats (.csv) car performants (peu lourds malgré la volumétrie de donnée à échanger et traiter), choix technologiques par rapport à sa capacité de communiquer avec des fonctions tiers, rapidité de calculs des outils IT, capacité d'un outil IT à se transposer d'un environnement End User à l'autre

## Persona « DSI »



### Données personnelles

- Age: 36
- Qualification : Ingénieur en Génie Industriel
- Expérience: Consultant sur les fonctions IT
- Fonction : Chef de projet DSI
- Digital readiness :

### Influences

- Dans l'entreprise : -Consulté par rapport à l'intérêt de mise en place d'un projet.
- Pas d'influence sur les choix liés au système OT
- Pas d'influence sur la priorité des projets (plutôt décision prise par Direction générale des sites)

### Buts/Objectifs

- Fournir à l'entreprise des fonctions IT intégrées
- Faire une veille technologique et prospection pour faire évoluer les fonctions IT (quoi? Comment? Pour qui?)

### Moyens d'actions

- Connaissance et expérience des évolutions passées concernant les fonctions IT sur tous les sites de l'entreprise
- A la responsabilité du budget pour l'évolution des fonctions IT

### Problèmes/Contraintes

- Dans sa fonction :
  - Séparation entre le réseau industriel et bureautique
  - Réseau industriel fermé
- Dans l'entreprise (organisation, enjeux du système entreprise) :
  - Conflits d'objectifs entre la maintenance et la production (répercussions sur les fonctions IT associées. Ex : GMAO)
  - Opposition entre les objectifs de la société mère (vision groupe) et les différents sites de production (vision individualiste)
- Règlementations (normes gouvernementales...)

### Moteurs d'action

- Relatif au rôle : Connecter les fonctions IT et OT
- Relatif à son environnement professionnel : disponibilité machines
- Relatif aux invest, produits, services : minimiser les investissements en fonction de l'exploitation des fonctions IT actuelles et de la taille des sites
- Désirs : Ne veut pas de responsabilités liées au réseau industriel

## Persona « Maintenance conception »



### Données personnelles

- Age: 36
- Qualification : Ingénieur automaticien
- Expérience: Ingénieur maintenance et automatisme
- Fonction : Gestionnaire des automatismes
- Digital readiness : « Oui l'idée [du Cloud] est vachement bien »
- « L'avantage du Cloud c'est peut être de pouvoir en mettre plus »

### Influences

- Dans l'entreprise : "Après c'est la DSI qui va nous autoriser à faire ce genre de choses. Parce que là en Cloud, on va utiliser sérieusement leur réseau ».

### Buts/Objectifs

- Propose des modifications sur les installations ou les machines pour éviter la rupture de services.

### Moyens d'actions

- Gain en compétences (formations et expérimentations) sur les technologies disponibles pour la fonction maintenance
- Connaissances des issues des évolutions passées et futures d'architecture sur tous les sites de l'entreprise
- Expertise du fonctionnement de machines pour une marque donnée

### Problèmes/Contraintes

- Dans sa fonction :Droit de veto des opérateurs de maintenance exploitation et des opérateurs de production pour l'utilisation d'applications, méthodes de programmation différentes pour chaque machine (utilisation non homogène des GEMMA)
- Dans l'entreprise (organisation, enjeux du système entreprise) : Politique IT pour hébergement des applications et serveurs
- Règlementations (normes gouvernementales...)

### Moteurs d'action

- Relatif au rôle : Compréhension des causes des arrêts machines/installations, continuité de services des installations, fiabilité des données de l'OT, Optimisation des MTTR et MTBF, fiabilité des actifs (machines, automates), optimisation du taux d'utilisation des équipements
- Relatif à son environnement professionnel :
- Relatif aux invest, produits, services : optimisation ROI (ex : machines, automates), maintenabilité d'une solution, capacité de connecter des applications (API), maintenabilité de la mécanique des machines/installations, maîtrise par OEM des technologies en lien avec les machines, optimisation des investissements maintenance prédictive par rapport au coût de perte de production et surcoût de maintenance corrective.
- Désirs :

## Persona « Responsable maintenance exploitation »



### Données personnelles

- Age: 36
- Qualification : Ingénieur automaticien
- Expérience: Ingénieur maintenance et automatisme
- Fonction : Gestionnaire des automatismes
- Digital readiness : « Du côté de l'exploitation, au niveau Cloud, on pourrait superviser deux ou trois sites en même temps avec les moindres ressources ».

### Influences

- Dans l'entreprise : Type de données à remonter des équipements OT vers l'IT

### Buts/Objectifs

- Met en place la stratégie de maintenance pour assurer la continuité de services des infrastructures de l'entreprise.

### Moyens d'actions

- Expertise du fonctionnement des infrastructures présentes
- Compétences techniques transversales (automatismes, électricité) et connaissance du procédé industriel mis en place dans l'entreprise.

### Problèmes/Contraintes

- Dans sa fonction : Obligation de continuité de services, choix passés concernant la base installée
- Dans l'entreprise (organisation, enjeux du système entreprise) : Droit de veto des opérations de maintenance exploitation pour l'utilisation d'applications
- Règlementations (normes gouvernementales...)

### Moteurs d'action

- Relatif au rôle : Compréhension des causes des arrêts machines/installations, continuité de services des installations, fiabilité des données de l'OT, optimisation de MTTR et MTBF, performances des infrastructures
- Relatif à son environnement professionnel :
- Relatif aux invest, produits, services : maintenabilité de la mécanique des machines/installations, maintenabilité des applications, maîtrise par OEM des technologies en lien avec les machines
- Désirs :

## Persona « EPC »



### Buts/Objectifs

-L'EPC réalise la conception technique détaillée du système OT, se procure le matériel et les matériaux nécessaires, réalise les travaux de construction et d'installation pour leurs clients.

### Moyens d'actions

-Possibilité de mise à disposition d'un savoir-faire : développement automatisme, choix outils pour réaliser les fonctions IT et OT,  
-Existence de modèle d'architecture type pour structurer la démarche de réponse à appel d'offre.  
-Existence d'outils supportant les fonctions IT ou OT développés par EPC  
-Connaissance des spécificités du métier en production (coté End User)

### Données personnelles

•Age: 38  
•Qualification : Ingénieur génie mécanique et construction  
•Expérience: Responsable d'affaires  
•Fonction : Gestionnaire des automatismes  
•Digital readiness : « Au début, on a besoin d'être indépendant, de toucher « *Historian* ». Je pense que l'on serait limité avec une solution Cloud. » « Le web on l'utilise pour faire de l'édition de données. Les serveurs FTP marchent très bien ». « Chez le client, il y a des applis SaaS ou des outils métiers tels que Excel. C'est qu'une question de type d'informations à échanger et de droit de le faire »

### Problèmes/Contraintes

•Dans sa fonction : Ne pas croiser le réseau industriel et réseau informatique, non spécification par le End User des informations nécessaires pour la mise en place de l'architecture OT (ex : structure de rapport d'analyse de données OT (fonction reporting)), stratégie d'archivage et aggrégation des données non définie de façon globale entreprise par le client, doit avoir compétences de développement multi-marques automat, cahier des charges faiblement renseigné  
•Dans l'entreprise (organisation, enjeux du système entreprise) : Politique IT interne du client, s'intégrer aux outils/machines/installations déjà existants chez le End User  
•Règlementations (normes gouvernementales...)

### Moteurs d'action

•Relatif au rôle : appels d'offre à remporter, respect cahier des charges  
•Relatif à son environnement professionnel : méthodes de programmation différentes pour chaque machine (utilisation non homogène des GEMMA)  
•Relatif aux invest, produits, services : optimisation ROI (machines, automat, ...), maintenabilité d'une application, interfaces applicatives des solutions, maintenabilité de la mécanique des machines/installations, tenir compte des équipes de la maintenance exploitation mises en place, sécurité des données, capacité de connexion de l'architecture à outils tiers, compétences nécessaires à l'administration des outils, rendement qualité/prix de l'architecture, nombre de références des outils mis en place pour l'architecture, préférences pour solutions standards et open.  
•Désirs : Ne souhaite pas tout modéliser avec algorithmes et logiciels (a conscience de l'importance de l'expérience d'un opérateur)

### Influences

•Dans l'entreprise : -Détermine des étapes pour répondre aux besoins d'évolution et d'installation du système opérationnel client en validation avec le client (user-centered design). Ex : Solution locale puis Cloud.  
-Choix final d'architecture

## Persona « Industrialisation »



### Buts/Objectifs

-Conçoit et déploie la stratégie industrielle pour permettre la fabrication, l'approvisionnement et distribution de produits finis conçus par le bureau d'études (spécifique au segment de marché « entreprises manufacturières »)  
-Garantir la testabilité et la fabrication des produits finis au coût cible (i.e « *Cost of Good Sold* » cible)

### Moyens d'actions

-Appartenance à une équipe projet produit donc possibilité de se référer au « project manager » pour gagner en influence.  
-Présence d'experts dédiés dans le service industrialisation. A chaque expert correspond un domaine de compétence (respect des normes, spécialiste mécanique, spécialiste fabrication cartes électroniques).  
-Outil de prototypage produit  
-Accès à du « *early procurement* » (fournisseur de composants en petites quantités) pour prototypage avant la définition de la stratégie de « *supply chain* ».  
-Effectifs (méthodes et supply chain) à disposition dans différentes usines pour le transfert de la stratégie industrielle.

### Problèmes/Contraintes

•Dans sa fonction : Pilotage fonctionnel et non hiérarchique, cahier des charges produit évolue au cours du temps, budget, prévisions de ventes produit (impacte ROI et donc la stratégie d'industrialisation)  
•Dans l'entreprise (organisation, enjeux du système entreprise) : Droit de veto du responsable production pour investissement demandé par l'industrialisation  
•Règlementations (normes gouvernementales...) : obtention des différents certificats à temps pour lancement de production, respecter les réglementations d'expédition de chaque pays

### Moteurs d'action

•Relatif au rôle : Cost of Good Sold (COGS) : prix de vente produit, coût industrialisation, délai industrialisation (impacte TTM), qualité produit industrialisé, zéro gaspillage0  
•Relatif à son environnement professionnel : limiter l'impact carbone dans la mise en place de la stratégie industrielle  
•Relatif aux invest, produits, services :  
•Désirs : Souci de bien faire

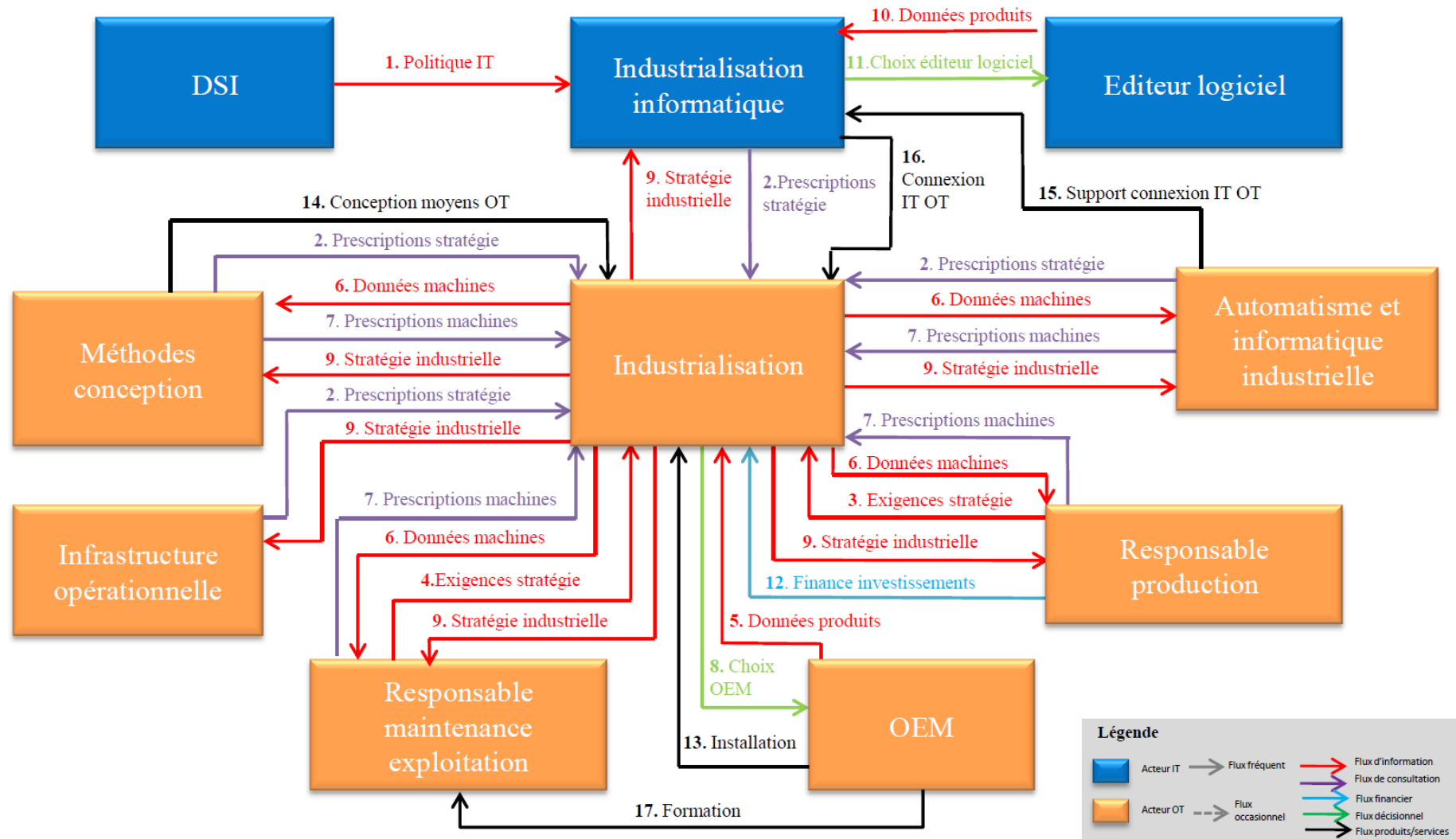
### Données personnelles

•Age: 37  
•Qualification : Ingénieur électricité et informatique industrielle  
•Expérience: Gestion de projets industriels  
•Fonction : Responsable industrialisation  
•Digital readiness :

### Influences

-Spécifications du produit en conception en fonction de l'optimisation de la stratégie industrielle

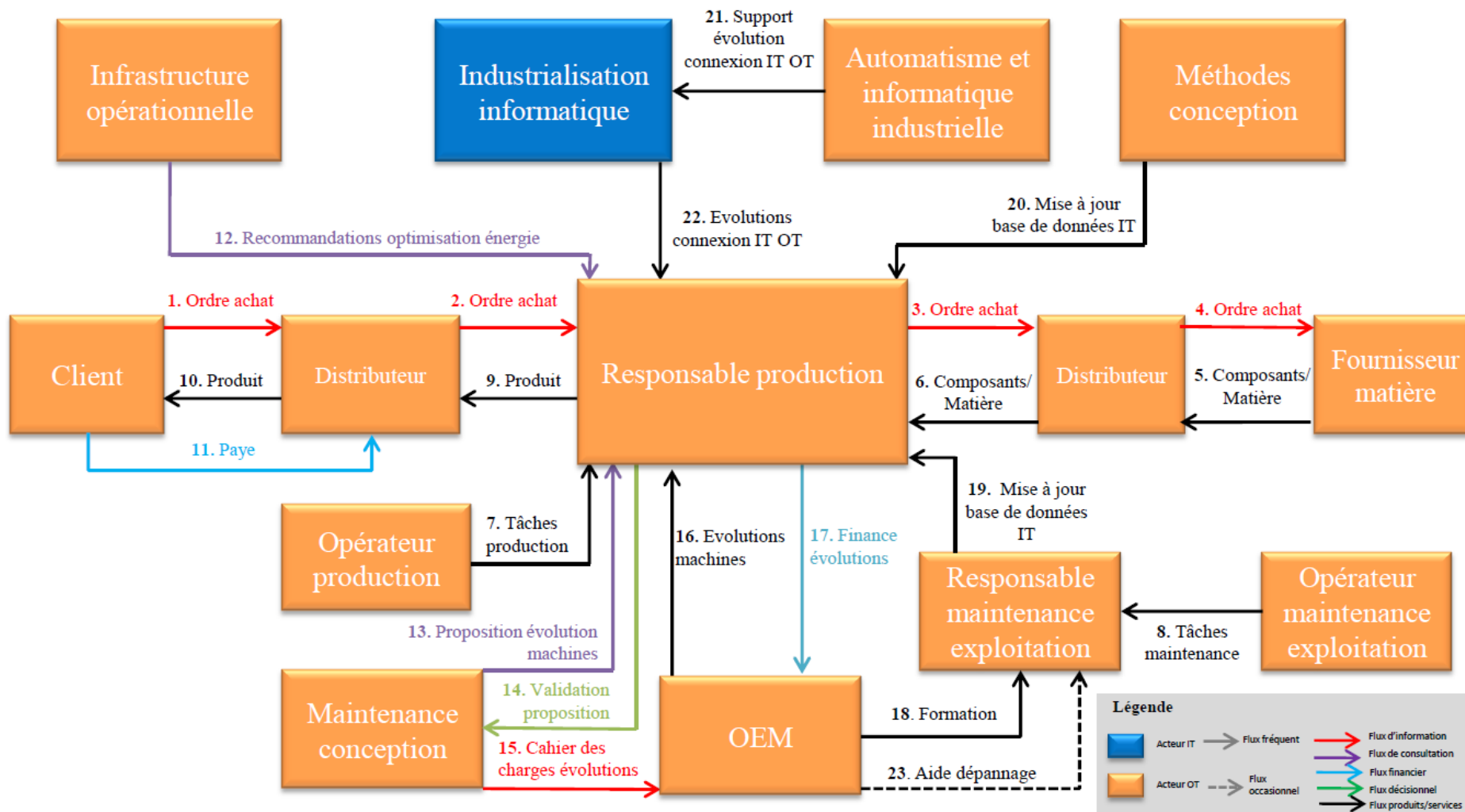
## Annexe 3 : Graphes des relations entre acteurs



Graphes n°1 : Graphe de relations entre acteurs pour le segment de marché « entreprises manufacturières » et la phase du cycle de vie « Conception/Installation »

N° Flux	Description flux graphe n°1
1	La DSI informe l'industrialisation informatique de la politique IT à respecter pour les projets d'industrialisation.
2	<p>L'industrialisation consulte les méthodes conception, l'industrialisation informatique, l'infrastructure opérationnelle, le persona automatisme et informatique industrielle pour la mise en place d'une stratégie d'industrialisation par rapport au nouveau produit à fabriquer. Définir la stratégie d'industrialisation consiste à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Définir les ressources matérielles (machines, lignes de fabrication) nécessaires pour la production.</li> <li>-Définir le budget à allouer pour la mise en place de nouvelles machines ou pour le paramétrage des machines existantes.</li> <li>-Définir les entreprises à qui la fabrication de certains composants du produit est sous-traitée.</li> <li>-Choisir les acteurs créateurs ou récepteurs de flux par rapport à l'entreprise fabricant le produit (ex : OEM)</li> </ul> <p>En retour, les personas consultés émettent des recommandations vers l'industrialisation. L'objectif est de concevoir une stratégie d'industrialisation qui permette d'optimiser différents indicateurs (ex : taux d'utilisation des outils et équipements de production, consommation énergétique).</p>
3	<p>Le responsable de production fournit au persona industrialisation une liste d'exigences pour la fabrication du nouveau produit. Ces exigences peuvent être relatives à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-L'organisation spatiale des machines pour optimiser les flux des opérateurs de production et les stocks entre postes de production.</li> <li>-Aux systèmes IT (ERP, GMAO, MES) nécessaires pour le fonctionnement des lignes de fabrication.</li> </ul>
4	<p>Le responsable de maintenance exploitation expriment ses exigences par rapport à la stratégie industrielle. Ces exigences sont liées à la maintenance. Il peut s'agir par exemple de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La liste des pièces de rechange des nouvelles machines de fabrication nécessaires.</li> <li>-Des indicateurs de performance à respecter par les nouvelles machines (ex : capacité machines).</li> <li>-La liste des spécifications machines ou processus liées aux normes de sécurité.</li> </ul>
5	L'OEM fournit à l'industrialisation toutes les informations relatives aux machines de son catalogue produit (ex : caractéristiques des machines, prix, modes d'utilisation).
6	L'industrialisation partage avec les méthodes conception, le responsable de maintenance production, le persona automatisme et informatique industrielle les informations relatives aux machines du catalogue produit de l'OEM.
7	Les méthodes conception , le responsable maintenance exploitation et le persona automatisme et informatique industrielle émettent des recommandations pour sélectionner l'OEM dont le catalogue présente des produits avec le meilleur rapport qualité/prix.
8	Après une analyse comparative du marché, l'industrialisation sélectionne un OEM pour industrialiser le produit considéré.
9	L'industrialisation informe l'industrialisation informatique, le responsable production, les méthodes conception, le responsable de maintenance exploitation et le persona automatisme et informatique industrielle de la stratégie industrielle élaborée.
10	L'industrialisation informatique peut quelquefois décider de faire appel à un éditeur logiciel pour développer les outils nécessaires au déploiement de la stratégie industrielle. L'éditeur logiciel fournit alors à l'industrialisation informatique les informations relatives au produit qu'il commercialise.

<b>N° Flux</b>	<b>Description flux graphe n°1 (suite)</b>
<b>11</b>	Après une analyse comparative du marché, l'industrialisation informatique choisit l'éditeur logiciel pour développer l'outil IT nécessaire la fabrication du produit.
<b>12</b>	Le responsable de production finance les investissements nécessaires à l'industrialisation du produit sur le site.
<b>13</b>	L'OEM installe sur le site de production, les machines nécessaires à la fabrication du nouveau produit.
<b>14</b>	Les méthodes conception conçoivent les moyens OT nécessaires à la fabrication des nouveaux produits.
<b>15</b>	Le persona automatisme et informatique industrielle programme les automates pour permettre la remontée de données de production vers des outils IT.
<b>16</b>	L'industrialisation informatique transforme les données de production remontées par le persona automatisme et informatique industrielle. Le but de cette manipulation est de permettre l'utilisation de ces données par les outils IT.
<b>17</b>	L'OEM peut mettre en place une formation destinée au responsable de maintenance exploitation. L'objectif de cette formation est de permettre la maintenance des machines et installations installées.

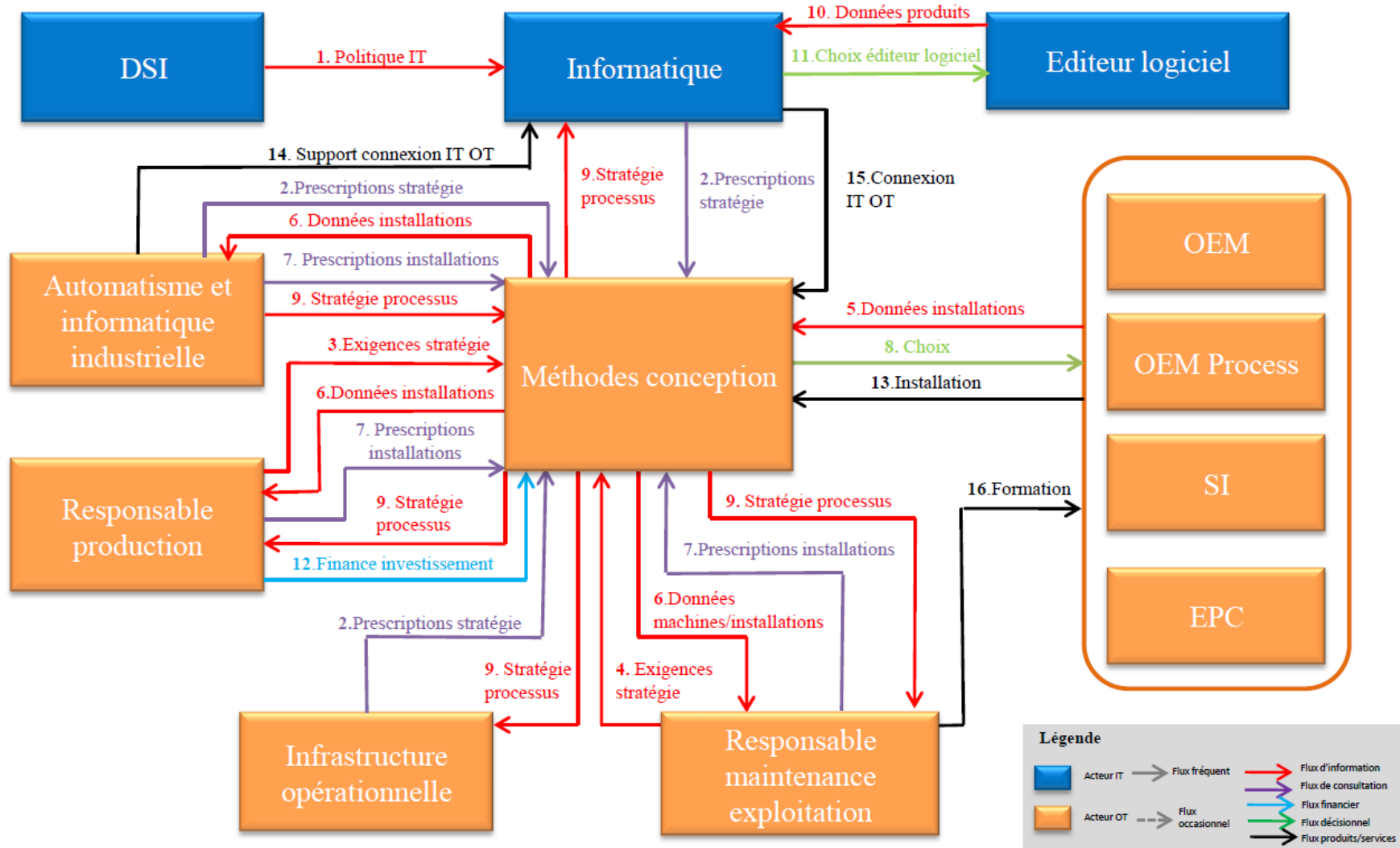


**Graphique n°2 :** Graphique de relations entre acteurs pour le segment de marché « entreprises manufacturières » et la phase du cycle de vie « Exploitation/Modification »

N° Flux	Description flux graphe n°2
1	Le client passe un ordre d'achat au distributeur de produits finis. Cet ordre d'achat fait apparaitre les informations suivantes : -La référence commerciale du produit commandé. -La quantité de produits souhaitée. -La date de livraison butoire.
2	L'ordre d'achat en produit fini est ensuite transmis du distributeur vers le responsable production.
3	Pour fabriquer un produit fini, il est nécessaire de disposer de composants ou matière premières. Pour cela, deux types d'approvisionnement possibles s'offrent au responsable de production : sur commande ferme ou sur stock. L'approvisionnement sur stock dépend des prévisions de ventes du produit fini considéré. Ainsi en fonction du type d'approvisionnement choisi et du niveau de stock, le responsable de production calcule ses besoins en composants/matière première. Il peut alors émettre un ordre d'achat vers le persona distributeur. Cet ordre d'achat fait apparaitre les informations suivantes : -La référence commerciale du composant/matière première commandé. -La quantité de composants/matière première souhaitée. -La date de livraison butoire.
4	L'ordre d'achat en composants/matières premières est transmis du distributeur vers le fournisseur de matière.
5	Le fournisseur de matière envoie les composants/matières premières commandés par le responsable production à un distributeur.
6	Les composants/matières premières commandés sont envoyés du distributeur vers le responsable production.
7	L'opérateur de production exécute les tâches planifiées par le responsable production relatives à la fabrication de produits finis.
8	L'opérateur de maintenance exploitation exécute les tâches planifiées par le responsable de maintenance exploitation relatives à la maintenance corrective, préventive et prédictive
9	Lorsque l'ordre d'achat du client peut être satisfait, le responsable de production envoie les produits finis commandés au distributeur.
10	Le distributeur envoie les produits finis fabriqués par le responsable de production au client.
11	Le client paye le distributeur pour les produits finis commandés.
12	L'infrastructure opérationnelle émet des recommandations envers le responsable de production. Ces recommandations portent sur les possibilités d'optimiser les consommations énergétiques liées aux activités de production du site industriel.



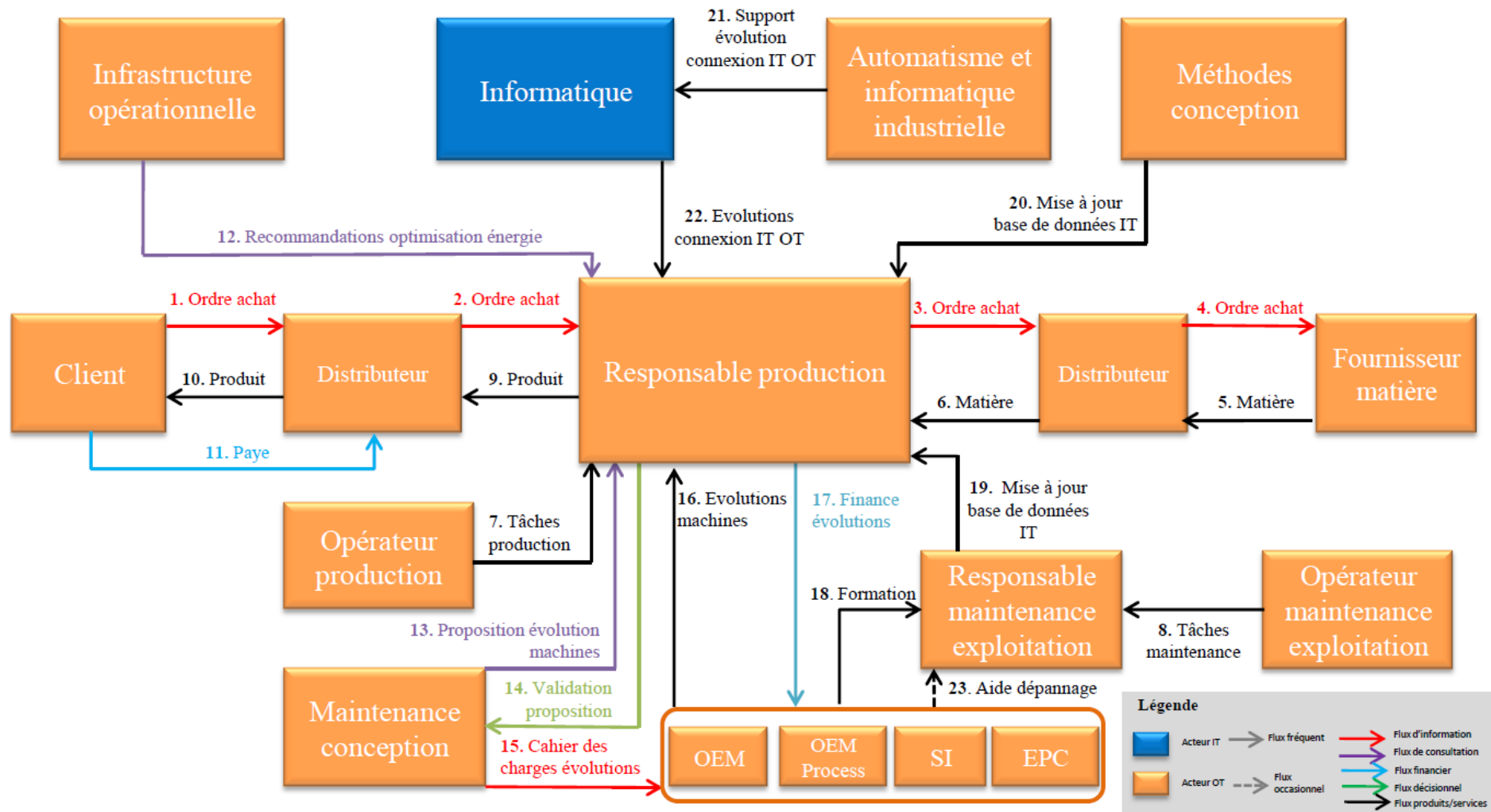
N° Flux	Description flux graphe n°2 (suite)
13	<p>Le persona maintenance conception propose des modifications sur les installations ou les machines. Le but de ces modifications peut être de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Eviter la rupture de services.</li> <li>-Optimiser les consommations énergétiques du site industriel.</li> <li>-Permettre aux machines et installations de fabriquer un produit fini qui a évolué (ex : évolution des formes géométriques du produit).</li> <li>-Augmenter la productivité en phase opérationnelle des installations et machines.</li> </ul>
14	<p>Le responsable de production donne son accord pour réaliser les modifications proposées par la maintenance conception.</p>
15	<p>La maintenance envoie à l'OEM un cahier des charges. Ce dernier est relatif à toutes les modifications souhaitées sur les machines et installations du site industriel.</p>
16	<p>L'OEM réalise les modifications souhaitées sur les machines et installations qu'il a commercialisées. Ce flux de services est destiné au responsable de production.</p>
17	<p>Le responsable de production paye l'OEM pour les modifications sur les machines et installations réalisées.</p>
18	<p>L'OEM peut mettre en place une formation destinée au responsable de maintenance exploitation. L'objectif de cette formation est de permettre la maintenance des machines et installations qui ont subi des modifications.</p>
19	<p>Les modifications réalisées sur les machines peuvent avoir plusieurs conséquences :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Une modification de la fréquence des actions de maintenance préventive.</li> <li>-Une modification des algorithmes permettant la gestion des actions de maintenance prédictive.</li> </ul> <p>Le responsable de maintenance exploitation met donc à jour les bases de données de l'outil IT contenant ces informations (ex : GMAO).</p>
20	<p>Les évolutions de produit finis fabriqués peuvent modifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La nomenclature produit.</li> <li>-Les gammes de fabrication.</li> <li>-Les références commerciales.</li> </ul> <p>Les méthodes conception met donc à jour les bases de données de l'outil IT contenant ces informations (ex : ERP ou MES).</p>
21	<p>Le persona automatisme et informatique industrielle fait évoluer le programme des automates pour permettre la remontée de données de production vers des outils IT. Cette évolution de programme automate est nécessaire lorsque le produit fabriqué a évolué ou lorsque les machines et installations ont évolué.</p>
22	<p>L'industrialisation informatique fait évoluer la transformation des données de production remontées par le persona automatisme et informatique industrielle. Le but de cette manipulation est de permettre l'utilisation de ces données par les outils IT. Cette évolution de transformation est nécessaire lorsque le produit fabriqué a évolué ou lorsque les machines et installations ont évolué.</p>
23	<p>De manière occasionnelle, l'OEM vient aider le persona Responsable maintenance exploitation pour la remise en service d'un système OT.</p>



**Graph n°3 :** Graphe de relations entre acteurs pour le segment de marché « entreprises mettant en œuvre des processus industriels/Infrastructure » et la phase du cycle de vie « Conception/Installation »

N° Flux	Description flux graphe n°3
1	La DSI informe l'informatique de la politique IT d'entreprise. Celle-ci doit être respectée pour les projets de conception d'un processus de production ou de mise à disposition d'un service.
2	<p>Les méthodes conception consulte l'informatique, l'infrastructure opérationnelle, le persona automatisme et informatique industrielle pour la mise en place d'une stratégie de mise en place d'un processus de production ou de mise à disposition d'un service. Définir cette stratégie consiste à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Définir les ressources matérielles (machines, installations) nécessaires pour la production ou la distribution d'un service.</li> <li>-Définir le budget à allouer pour la mise en place de nouvelles machines et installations</li> <li>-Choisir les acteurs créateurs ou récepteurs de flux par rapport à l'entreprise mettant en œuvre le processus (ex : OEM et/ou OEM Process et/ou SI et/ou EPC).</li> </ul> <p>En retour, les personas consultés émettent des recommandations vers les méthodes conception. L'objectif est de concevoir une stratégie qui permette d'optimiser différents indicateurs de performances clés (ex : taux d'utilisation des outils et équipements de production, consommation énergétique).</p>
3	<p>Le responsable de production fournit au persona méthodes conception une liste d'exigences relative au processus à mettre en place. Ces exigences peuvent être relatives à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-L'organisation spatiale des machines/installations pour optimiser les flux des opérateurs de production</li> <li>-Aux systèmes IT (ERP, GMAO, MES) nécessaires pour le fonctionnement des lignes de fabrication.</li> <li>-Au retour sur investissement souhaité du projet de mise en place du processus.</li> </ul>
4	<p>Le responsable de maintenance exploitation expriment ses exigences par rapport à la stratégie de mise en place du processus. Ces exigences sont liées à la maintenance. Il peut s'agir par exemple de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La liste des pièces de rechange des machines ou installations nécessaires.</li> <li>-Des indicateurs de performance à respecter par les machines ou installations (ex : capacité machines).</li> <li>-La liste des spécifications machines /installations ou processus liées aux normes de sécurité.</li> </ul>
5	<p>L'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC fournissent au persona méthodes conception toutes les informations relatives aux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Machines/installations de son catalogue produit (ex : caractéristiques des machines, prix, modes d'utilisation).</li> <li>-Services associés aux machines/installations (ex : installation).</li> </ul>
6	<p>Le persona méthodes conception partage avec le responsable de maintenance production, le responsable de production, le persona automatisme et informatique industrielle les informations relatives aux machines/installation du catalogue produit de l'OEM et/ou OEM Process et/ou SI et/ou EPC.</p>

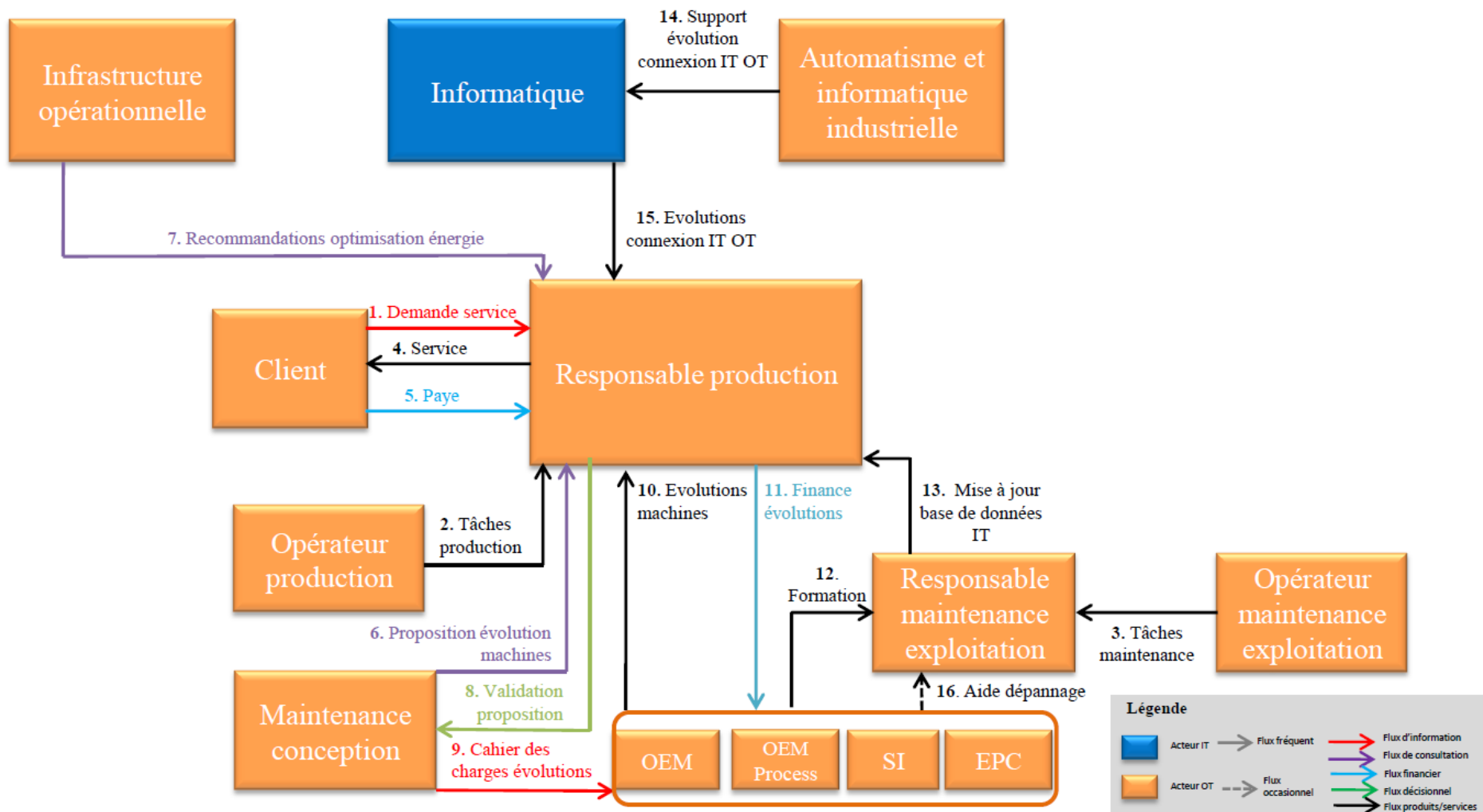
N° Flux	Description flux graphe n°3 (suite)
7	Le responsable maintenance exploitation, le responsable production et le persona automatisme et informatique industrielle émettent des recommandations pour sélectionner l'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC dont le catalogue produits et services associés présente le meilleur rapport qualité/prix.
8	Après une analyse comparative du marché, le persona méthodes conception sélectionne un OEM et/ou un OEM Process et/ou un SI et/ou un EPC pour mettre en place le processus de production ou de mise à disposition d'un service.
9	Les méthodes conception informe l'informatique, le responsable production, le responsable de maintenance exploitation et le persona automatisme et informatique industrielle de la stratégie de mise en place d'un processus de production ou de mise à disposition d'un service.
10	L'informatique peut quelquefois décider de faire appel à un éditeur logiciel pour développer les outils nécessaires au déploiement de la stratégie élaborée. L'éditeur logiciel fournit alors à l'informatique les informations relatives au produit qu'il commercialise.
11	Après une analyse comparative du marché, l'informatique choisit l'éditeur logiciel pour développer l'outil IT nécessaire à la mise en place du processus de production ou de mise à disposition d'un service.
12	Le responsable de production finance les investissements nécessaires à la mise en place du processus.
13	L'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC installent sur le site les machines nécessaires à la mise en place du processus. Ils peuvent également réaliser les travaux nécessaires à la mise en place du processus.
14	Le persona automatisme et informatique industrielle programme les automates pour permettre la remontée de données du processus vers des outils IT.
15	L' informatique transforme les données de production remontées par le persona automatisme et informatique industrielle. Le but de cette manipulation est de permettre l'utilisation de ces données par les outils IT.
16	L'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC peuvent mettre en place une formation destinée au responsable de maintenance exploitation. L'objectif de cette formation est de permettre la maintenance des machines et installations du site.



**Graphique n°4 :** Graphe de relations entre acteurs pour le segment de marché « entreprises mettant en œuvre des processus de production de biens de consommation » et la phase du cycle de vie « Exploitation/Modification »

N° Flux	Description flux graphe n°4
1	<p>Le client passe un ordre d'achat au distributeur de produits . Cet ordre d'achat fait apparaitre les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La référence commerciale du produit commandé.</li> <li>-La quantité de produits souhaitée.</li> <li>-La date de livraison butoire.</li> </ul>
2	L'ordre d'achat du produit souhaité est ensuite transmis du distributeur vers le responsable production.
3	<p>Pour fabriquer un produit, il est nécessaire de disposer matière premières. Pour cela, deux types d'approvisionnement possibles s'offrent au responsable de production : sur commande ferme ou sur stock. L'approvisionnement sur stock dépend des prévisions de ventes du produit considéré. Ainsi en fonction du type d'approvisionnement choisi et du niveau de stock, le responsable de production calcule ses besoins en matière . Il peut alors émettre un ordre d'achat vers le persona distributeur. Cet ordre d'achat fait apparaitre les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La référence commerciale du composant/matière première commandé.</li> <li>-La quantité de composants/matière première souhaitée.</li> <li>-La date de livraison butoire.</li> </ul>
4	L'ordre d'achat en matière est transmis du distributeur vers le fournisseur de matière.
5	Le fournisseur de matière envoie la matière commandée par le responsable production à un distributeur.
6	La matière commandée est envoyée du distributeur vers le responsable production.
7	L'opérateur de production exécute les tâches planifiées par le responsable production.
8	L'opérateur de maintenance exploitation exécute les tâches planifiées par le responsable de maintenance exploitation relatives à la maintenance corrective, préventive et prédictive.
9	Lorsque l'ordre d'achat du client peut être satisfait, le responsable de production envoie les produits commandés au distributeur.
10	Le distributeur envoie les produits au client.
11	Le client paye le distributeur pour les produits commandés.
12	L'infrastructure opérationnelle émet des recommandations envers le responsable de production. Ces recommandations portent sur les possibilités d'optimiser les consommations énergétiques liées aux activités de production du site industriel.

N° Flux	Description flux graphe n°4 (suite)
13	<p>Le persona maintenance conception propose des modifications sur les installations ou les machines. Le but de ces modifications peut être de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Eviter la rupture de services.</li> <li>-Optimiser les consommations énergétiques du site industriel.</li> <li>-Permettre aux installations de fabriquer un produit qui a évolué (ex : évolution d'une recette).</li> <li>-Augmenter la productivité en phase opérationnelle des installations.</li> </ul>
14	<p>Le responsable de production donne son accord pour réaliser les modifications proposées par la maintenance conception.</p>
15	<p>La maintenance envoie à l'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC un cahier des charges. Ce dernier est relatif à toutes les modifications souhaitées sur les machines et installations du site industriel.</p>
16	<p>L'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC réalise les modifications souhaitées sur les installations qu'il a commercialisées. Ce flux de services est destiné au responsable de production.</p>
17	<p>Le responsable de production paye l'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC pour les modifications réalisées sur les installations.</p>
18	<p>L'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC peut mettre en place une formation destinée au responsable de maintenance exploitation. L'objectif de cette formation est de permettre la maintenance des installations qui ont subi des modifications.</p>
19	<p>Les modifications réalisées sur les machines peuvent avoir plusieurs conséquences :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Une modification de la fréquence des actions de maintenance préventive.</li> <li>-Une modification des algorithmes permettant la gestion des actions de maintenance prédictive.</li> </ul> <p>Le responsable de maintenance exploitation met donc à jour les bases de données de l'outil IT contenant ces informations (ex : GMAO).</p>
20	<p>Les évolutions de produit finis fabriqués peuvent modifier les données suivantes : la nomenclature produit, les gammes de fabrication et les références commerciales.</p> <p>Les méthodes conception met donc à jour les bases de données de l'outil IT contenant ces informations (ex : ERP ou MES).</p>
21	<p>Le persona automatisme et informatique industrielle fait évoluer le programme des automates pour permettre la remontée de données de production vers des outils IT. Cette évolution de programme automate est nécessaire lorsque le produit fabriqué a évolué ou lorsque les installations ont évolué.</p>
22	<p>L'informatique fait évoluer la transformation des données de production remontées par le persona automatisme et informatique industrielle. Le but de cette manipulation est de permettre l'utilisation de ces données par les outils IT. Cette évolution de transformation est nécessaire lorsque le produit fabriqué a évolué ou lorsque les installations ont évolué.</p>
23	<p>De manière occasionnelle, l'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC vient aider le persona Responsable maintenance exploitation pour la remise en service d'un système OT.</p>



**Graphe n°5 :** Graphe de relations entre acteurs pour le segment de marché « entreprises mettant en œuvre des processus de mise à disposition d'un service » et la phase du cycle de vie « Exploitation/Modification »



N° Flux	Description flux graphe n°5
1	Le client fait une demande au responsable de production du site pour obtenir un service (ex : fournir en eau une ville).
2	L'opérateur de production exécute les tâches planifiées par le responsable production.
3	L'opérateur de maintenance exploitation exécute les tâches planifiées par le responsable de maintenance exploitation relatives à la maintenance corrective, préventive et prédictive.
4	Le responsable de production fournit le service demandé par le client.
5	Le client paye le responsable production pour le service fourni.
6	<p>Le persona maintenance conception propose des modifications sur les installations. Le but de ces modifications peut être de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Eviter la rupture de services.</li> <li>-Optimiser les consommations énergétiques du site.</li> <li>-Permettre aux installations de fabriquer un produit qui a évolué (ex : évolution d'une recette).</li> <li>-Augmenter la productivité en phase opérationnelle des installations.</li> </ul>
7	L'infrastructure opérationnelle émet des recommandations envers le responsable de production. Ces recommandations portent sur les possibilités d'optimiser les consommations énergétiques liées aux activités du site.
8	Le responsable de production donne son accord pour réaliser les modifications proposées par la maintenance conception.
9	La maintenance envoie à l'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC un cahier des charges. Ce dernier est relatif à toutes les modifications souhaitées sur les installations du site.
10	L'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC réalise les modifications souhaitées sur les installations qu'il a commercialisées. Ce flux de services est destiné au responsable de production.
11	Le responsable de production paye l'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC pour les modifications réalisées sur les installations.

N° Flux	Description flux graphe n°5 (suite)
12	L'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC peut mettre en place une formation destinée au responsable de maintenance exploitation. L' objectif de cette formation est de permettre la maintenance des installations qui ont subi des modifications.
13	Les modifications réalisées sur les machines peuvent avoir plusieurs conséquences : -Une modification de la fréquence des actions de maintenance préventive. -Une modification des algorithmes permettant la gestion des actions de maintenance prédictive. Le responsable de maintenance exploitation met donc à jour les bases de données de l'outil IT contenant ces informations (ex : GMAO).
14	Le persona automatisme et informatique industrielle fait évoluer le programme des automates pour permettre la remontée de données de production vers des outils IT. Cette évolution de programme automate est nécessaire lorsque lorsque les installations ont évolué.
15	L'informatique fait évoluer la transformation des données de production remontées par le persona automatisme et informatique industrielle. Le but de cette manipulation est de permettre l'utilisation de ces données par les outils IT. Cette évolution de transformation est nécessaire lorsque les installations ont évolué.
16	De manière occasionnelle, l'OEM et/ou l'OEM Process et/ou le SI et/ou l'EPC vient aider le persona responsable maintenance exploitation pour la remise en service d'un système OT.

**Titre :** Prise en compte des problèmes inter-métiers lors de l'introduction d'une innovation relative aux automatismes et systèmes d'information d'une entreprise : intégration au processus de spécification et de conception de l'offre.

**Mots clés :** Innovation, processus de conception, opportunités de création de valeur, perturbations organisationnelles, convergence IT OT

**Résumé :** Ce travail de thèse propose une démarche méthodologique pour caractériser et anticiper les perturbations organisationnelles dues à l'introduction d'un concept d'offre innovant dans un contexte « *business to business* ». Elle s'intéresse donc à des produits dont la mise en œuvre induit conjointement une création de valeur pour le client et une modification des interrelations professionnelles entre métiers de cette entreprise cliente. L'enjeu est de concevoir des nouveaux produits ou services qui soient mieux acceptés par les clients internes des sociétés acheteuses par anticipation et intégration, dans la démarche de conception, de ces impacts. Les apports de cette recherche se positionnent à deux niveaux. D'une part, une démarche méthodologique est proposée. Elle s'intègre au processus de création de l'offre et permet de mieux décrire les opportunités de création de valeur induites par une meilleure définition des structures et attentes des acteurs des organisations clientes. Ces acteurs sont vus comme des individus mais aussi comme un réseau évolutif. D'autre part, une capitalisation des données recueillies auprès des clients est proposée. Ces dernières reposent sur une utilisation revisitée des concepts de « *customers concerns* » et de personas. Les informations recueillies et interprétées sont la base de nouveaux standards des cahiers des charges concepteurs. La première contribution, d'ordre méthodologique est appelée processus RACCP. Elle a été élaborée à partir d'un cas d'étude : la phase amont d'un processus de conception déployée chez un fournisseur d'automatisme industriel. Elle aide le concepteur à modéliser les évolutions induites par un concept d'offre sur le fonctionnement de tous les acteurs chez son client. Ceci est possible par l'utilisation conjointe de trois modèles opérationnels dès la phase amont d'un processus de conception : le modèle descriptif des problèmes clients, des profils d'acteurs associés à ces problèmes et une représentation des interrelations entre ces acteurs. La seconde contribution est constituée de l'ensemble des trois modèles opérationnels instanciés au cas de la convergence IT OT. Cet apport permet une meilleure compréhension des systèmes humains et techniques liés à ce contexte, riche en opportunités de création de valeur. Cette instanciation apporte également des premiers éléments de preuve d'efficacité du processus RACCP.

**Title:** Consideration of inter-trades issues when introducing an innovation related to automation and information systems within an enterprise: integration to a specification and offer design process.

**Keywords:** Innovation, design process, value creation opportunities, organizational disruption, IT OT convergence.

**Abstract:** This thesis proposes a methodological approach to characterize and anticipate organizational disruptions due to the introduction of an innovative concept offer in a « *business to business* » context. Therefore, it concerns products whom implementation induced both value creation for the customer and a change of professional interrelationships between trades within the client company. The challenge is to design new products or services that are better accepted within purchasing companies by anticipating and integrating these impacts into the design process. The contributions of this research are positioned at two levels. First, a methodological approach is proposed. It is integrated into the creative process of suppliers. It enables to better describe the value creation opportunities by a better definition of structures and expectations of actors within customer organizations. These actors are seen as individuals but also as a scalable network. Moreover, a capitalization of data collected from customers is proposed. It is based on an adapted use of "*customers concerns*" and personas concepts. The information collected and interpreted are the basis of new standards for designers' specifications. The first methodological contribution is a process called RACCP. It was developed from a case study: the upstream phase of a design process used in an industrial automation supplier. It helps the designer to model the changes implied by an offer concept on the operations of all stakeholders within the client company. This is possible by the combined use of three operational models since the upstream phase of the design process: the descriptive model of customer pains, actors profiles involved in these pains and representation of the interrelationships between them. The second contribution consists of an instanciation of all these three operational models in the convergence IT OT context. This contribution enables a better understanding of human and technical systems related to this context, sources of high value creation opportunities. This instantiation also provides the first proof of RACCP process efficiency.

