



HAL
open science

Prise en compte des problèmes inter-métiers lors de l'introduction d'une innovation liée à l'industrie 4.0 : intégration à un processus de conception d'offre

Emilie Bonnetto, Bernard Yannou, Gwenola Yannou-Le Bris, Vincent Boly

► To cite this version:

Emilie Bonnetto, Bernard Yannou, Gwenola Yannou-Le Bris, Vincent Boly. Prise en compte des problèmes inter-métiers lors de l'introduction d'une innovation liée à l'industrie 4.0 : intégration à un processus de conception d'offre. Congrès International de Génie Industriel (CIGI), May 2017, Compiègne, France. hal-01673542

HAL Id: hal-01673542

<https://hal.science/hal-01673542>

Submitted on 30 Dec 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.

CIGI 2017

Prise en compte des problèmes inter-métiers lors de l'introduction d'une innovation liée à l'industrie 4.0 : intégration à un processus de conception d'offre

EMILIE BONNETTO¹, BERNARD YANNOU¹, GWENOLA YANNOU LE-BRIS¹, VINCENT BOLY²

¹LGI- CentraleSupélec

Grande Voie des Vignes, 92290 Châtenay-Malabry, France
emilie.bonnetto@centralesupelec.fr
bernard.yannou@centralesupelec.fr
gwenola.bertoluci@agroparistech.fr

²ERPI-Université de Lorraine

8, rue Bastien Lepage - BP 90647 - 54010 NANCY Cedex –
vincent.boly@univ-lorraine.fr

Résumé- Ce travail de recherche propose une démarche méthodologique pour caractériser et anticiper les perturbations organisationnelles induites par une innovation majeure du système d'information. Le contexte considéré est celui du B2B constitué par un offreur de solutions et un utilisateur client de ces solutions. 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'industrie 4.0 est le contexte d'expérimentation de ce papier. Le défi est de concevoir des produits ou services tenant compte des changements organisationnels pour en maximiser la valeur et en favoriser l'adoption. Les apports de cette recherche se positionnent à deux niveaux. D'une part, une démarche méthodologique est proposée. Elle permet de mieux décrire les opportunités de création de valeur induites par une meilleure définition des structures et attentes des acteurs des organisations clientes. 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 des « *personas* ». Les contributions ont été élaborées à partir d'un cas d'étude : la phase amont d'un processus de conception déployée chez un fournisseur d'automatisme industriel.

Abstract - This thesis proposes a methodological approach to characterize and anticipate organizational disruptions due to the introduction of an innovative offer for the information system of a company. « Business to business » is the context considered where one actor is the informational innovator and the other its customer. Therefore, it is related to products whom implementation induces both value creation for the customer and a change of professional interrelationships between trades within the client company. Industry 4.0 is the experimentation context for this paper. The challenge is to design new products or services which take into account organizational changes to maximize value and ensure their adoption. 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. Moreover, a capitalization of data collected from customers is proposed. It is based on an adapted use of "*customers concerns*" and "*personas*" concepts. The model was elaborated from a case study: the upstream phase of a design process used in an industrial automation supplier.

Mots clés – Innovation, processus de conception, opportunités de création de valeur, perturbations organisationnelles, industrie 4.0

Keywords – Innovation, design process, value creation opportunities, organizational disruptions, industry 4.0

1 CONTEXTE ET ENJEU DE RECHERCHE

L'Histoire industrielle est rythmée par la succession de quatre révolutions industrielles induites par des innovations technologiques de rupture [Gilchrist, 2016]. Ce travail de recherche s'intéresse à une catégorie particulière d'innovations

: celles diffusées dans un contexte « *business to business* » et dans le cadre de l'industrie 4.0 qui appartient à la quatrième de ces révolutions. 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 permet des échanges de données et ce, de façon plus fréquente qu'auparavant, entre les machines industrielles et le système informationnel d'entreprise. Cette intégration permet une communication ubiquitaire entre les personnes, les machines et les ressources. Cette forte interconnexion implique un accroissement du partage d'informations et définit un des piliers d'une usine « intelligente ». Une telle usine est capable de s'appuyer sur les données échangées, sur les historiques de production pour s'auto-piloter en temps réel. Chaque personne ou machine de l'usine est ainsi assistée pour exécuter ses tâches avec un niveau de qualité et de productivité optimale [Kagermann, 2015]. Trois autres principes découlent de ce premier pilier d'interconnexion : la transparence d'informations, la décentralisation des décisions et l'assistance technique [Herman et al, 2016]. L'objectif final de cette révolution industrielle est d'optimiser les performances opérationnelles de l'entreprise industrielle.

De manière générale, l'élaboration de nouveaux concepts de produits ou services a pour but d'accroître les performances des entreprises clientes. Dans le cadre de l'industrie 4.0, ces futurs produits ou services modifient également l'organisation de ces mêmes entreprises [Bonnetto et al, 2016]. Par « organisation » est ici entendu : les comportements des acteurs d'une entreprise ainsi que leurs interactions. De ce fait, pour faciliter cette révolution digitale, les entreprises industrielles ont besoin de créer de nouvelles fonctions ou métiers disposant de compétences transversales au monde des machines et des systèmes d'information [Harp et Gregory-Brown, 2015]. Les sous-ensembles de l'organisation associée à ces deux types de ressources sont appelées à converger sous l'effet de l'introduction des nouveaux systèmes d'information liés à l'industrie 4.0. Certains métiers peuvent percevoir ce changement comme un risque de disparition au sein de la future organisation. Ces acteurs peuvent résister à la diffusion de produits ou services issus de l'industrie 4.0. Par conséquent, les méthodes d'élaboration des concepts de produit ou service, destinées à permettre l'avènement technologique de cette convergence, doivent tenir compte des changements organisationnels induits. Cette prise en compte a pour objectif de maximiser le gain réel de performances d'une entreprise.

Par ailleurs, une innovation doit être source de valeur [Yannou, 2015]. La valeur est ici comprise comme [AFAV, 1994] : 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 l'industrie 4.0, la valeur générée par un nouveau concept de produit ou service est perçue différemment selon les différents acteurs considérés d'une entreprise cliente. Afin d'établir la valeur réelle à créer, il est donc nécessaire d'établir les profils de ces acteurs, leurs attentes et leurs souhaits. Ainsi, l'enjeu est de concevoir des nouveaux produits ou services qui soient mieux acceptés par les clients internes des sociétés acheteuses. Les auteurs proposent d'atteindre cet objectif par anticipation et intégration dans la démarche de conception des impacts de leur usage dans l'organisation cliente.

2 PILOTER LA PHASE AMONT D'UN PROCESSUS DE CONCEPTION DANS UN CONTEXTE DE PERTURBATIONS RELATIONNELLES

De nombreuses représentations du processus amont de

conception existent, le processus « *stage-gate* » [Cooper, 1988] et la stratégie Océan Bleu [Kim et Mauborgne, 2015] en sont des exemples. A chacune de ces méthodes, il est possible d'associer différentes stratégies d'innovation [Jaruzelski et al, 2012] : « *Market Reader* », « *Technology Driver* », « *Need Seeker* ». A ce dernier mode est associée la philosophie « *User Centered Design* » [Norman, 2002] qui comprend un ensemble de méthodes de conception qui placent l'utilisateur au centre du besoin à satisfaire. Ces dernières analysent d'abord leurs problèmes ou « *pains* » en phase de « *problem setting* » et en élaborent des solutions pour eux et avec eux en phase de « *problem solving* ». Cette approche engage le déploiement de plusieurs outils dont les profils personas ou les scénarios d'usage. Les personas sont des modèles descriptifs d'utilisateurs archétypaux. La limite d'apport que nous percevons sur ces méthodes est qu'elles conduisent le concepteur à se focaliser sur les désirs et besoins des utilisateurs sans s'intéresser à l'organisation dans laquelle évoluent ces acteurs.

Plusieurs méthodes de type « *problem setting* » permettent de découvrir et spécifier les « *pains* » comme les « *focus groups* », les entretiens ou les campagnes d'observation [Pizelle, 2014]. Ces méthodes n'associent pas systématiquement les différentes fonctions archétypales d'acteurs aux modèles de description des « *pains* ». Or, un « *pain* » client constitue une opportunité de création de valeur ou encore une « *value bucket* » [Christensen, 2013]. Par ailleurs, les problèmes dépendent du type d'acteur donc la valeur perçue d'une solution diffère selon les métiers considérés au sein d'une entreprise cliente. Ce constat structure la formulation de la première hypothèse de cette recherche : *associer les fonctions archétypales d'acteurs aux moyens de méthodes d'identification et de description des « customer pains » est nécessaire pour élaborer des concepts mieux acceptés sur le marché.*

Plusieurs méthodes sont associées à la phase de « *problem solving* ». Certaines permettent de spécifier les besoins fonctionnels des solutions. Les plus connues sont : l'analyse fonctionnelle [AFNOR, 1991], Quality Function Deployment (QFD) [Akao, 2004] ou encore l'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) [Wang et al, 2016]. D'autres méthodes permettent la génération d'idées pour répondre aux problèmes identifiés. Dans l'un ou l'autre cas, les méthodes ne tiennent pas compte de l'influence d'un concept d'offre sur l'organisation d'une entreprise cliente c'est-à-dire sur les relations entre métiers ou sur les profils d'acteurs. Or, l'organisation d'une entreprise influe sur ses performances [Langevin, 2004]. Par conséquent : *pour maximiser les performances d'une entreprise et donc pour favoriser les chances d'adoption d'une solution, il semble nécessaire de caractériser les impacts d'une solution sur les relations entre acteurs et sur leurs profils.* Il s'agit là de la deuxième hypothèse de recherche.

L'objectif de recherche de cette recherche est de tester ces hypothèses en proposant une solution méthodologique intégrable à une démarche amont de conception. 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 soumis au contexte industrie 4.0. Elle aide un responsable de projet d'innovation à modéliser les évolutions induites par un concept d'offre innovant sur le fonctionnement de tous les acteurs chez son client. Ceci est possible par l'utilisation conjointe de trois outils opérationnels dès la phase amont d'un processus de conception : le modèle

descriptif des problèmes clients, des profils d'acteurs impactés par ces problèmes et une représentation des interrelations entre ces acteurs.

changements organisationnels lors de la conception d'un produit ou service. Ceci justifie le choix de cette entreprise comme cas d'étude.

3 ELABORATION DE LA SOLUTION METHODOLOGIQUE

La phase amont d'un processus de conception déployé chez un fournisseur d'automatisme industriel (Schneider Electric) est choisie comme cas d'étude (Figure 1).

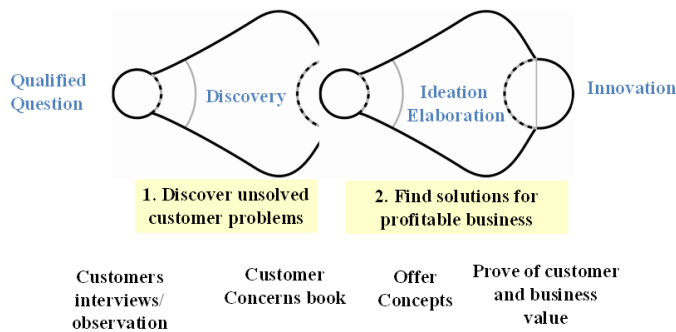


Figure 1. Représentation macroscopique du processus de conception amont du cas d'étude

Le processus peut être scindé en deux phases :

- Premièrement, une phase d'exploration (« Discovery ») destinée à identifier et décrire les « pains » clients à partir d'une question qualifiée qui définit le cadre du projet d'innovation et le positionne par rapport à des intentions stratégiques d'entreprise. Un exemple est donné en Figure 2. Cette question qualifiée est très similaire à une note de cadrage.

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

Figure 2. Exemple de question qualifiée

Cette phase permet d'aboutir à une liste de problèmes clients décrits dans un « Customer Concerns book ». Les termes « concern », « pain » ou « problème » sont considérés ici comme synonymes.

- Deuxièmement, une phase d'idéation et d'élaboration d'un concept. Les concepteurs travaillent alors pour un utilisateur dont le profil et l'environnement de travail est connu. Les concepteurs ont une approche empathique des utilisateurs ciblés. Ils partagent leurs idées pour répondre aux « pains » associés aux situations d'usage actuelles. Ces idées sont enrichies et testées auprès des utilisateurs pour en déduire leur « willingness to pay » c'est-à-dire la valeur client associée. Aujourd'hui, ce processus ne permet pas de comprendre la structure sociale d'une entreprise cliente dans laquelle sont identifiées des « pains ». Elle ne permet pas d'anticiper les

3.1 Modèle 1 : Customer Concern

Pour décrire un problème client, le « Customer Concerns book » propose les variables suivantes: le titre (exemple : « Problème pour planifier la maintenance »), la cause, l'impact, le palliatif éventuel mis en place par les utilisateurs rencontrés, la critique du palliatif, le verbatim client pour illustrer le « pain » et enfin une illustration de la situation d'usage. L'apport des auteurs consiste à proposer cinq variables supplémentaires (Tableau 1) à l'aide d'un brainstorming. Le choix de ces variables est conditionné par leur capacité à identifier les métiers impliqués par un « pain » (personas impliqués) et à caractériser l'environnement de travail de ces métiers (segment de marché, entreprise(s) type(s), impact sur l'architecture technique). Le but est de faciliter la prise en compte de l'ensemble des acteurs durant la phase d'idéation et d'élaboration d'un concept.

Tableau 1. Variables supplémentaires pour la description d'un « Customer Concern »

Variables	Descriptions
Persona(s) impliqué(s)	Il s'agit de lister les métiers affectés par le problème.
Phase du cycle de vie produit	Le problème ressenti dépend de la phase du cycle de vie produit (ex : installation).
Segment de marché	Le problème ressenti dépend des segments de marché.
Entreprise(s) type(s)	Il s'agit de lister le(s) entreprise(s) représentative(s) où le problème a été ou peut être rencontré.
Impact sur l'architecture technique	Dans ce contexte, cela signifie positionner les difficultés identifiées par rapport aux machines industrielles et aux systèmes d'information présents chez les entreprises clientes interrogées.

3.2 Modèle 2 : Profil persona

Pour décrire les comportements et profils métiers au sein des entreprises clientes, les auteurs proposent un modèle inspiré de la méthode des personas. Celle-ci consiste à décrire le profil d'un utilisateur fictif, générique et représentatif d'un type d'acteur [Cooper, 1999]. Les variables descriptives (Tableau 2) ont été choisies pour faciliter la manipulation du modèle mais aussi pour faciliter la phase d'élaboration d'un concept. Le niveau de généricité des variables a été choisi dans l'optique de définir un modèle utile et exploitable pour tout type de démarche amont de conception.

Tableau 2. Variables descriptives du modèle 2

Variables	Descriptions
Titre	Il s'agit du métier/ de la fonction de l'acteur au sein de l'entreprise.
Données personnelles	Ces données concernent : l'âge, les qualifications et expériences professionnelles, fonction actuelle. Cette variable permet d'anticiper les rejets d'un concept qui requiert des compétences dont ne dispose pas le persona.

Influences	Ce sont les thèmes sur lesquels le persona dispose d'un poids de décision au sein de l'entreprise. Les exigences des personas relatives à ces thèmes deviennent alors des priorités dans l'élaboration du concept.
Buts/Objectifs	Les objectifs que l'acteur veut atteindre afin de remplir son rôle professionnel. L'objet est de comprendre et de vérifier si l'offre permet d'atteindre les buts du persona.
Moyens d'action	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.
Contraintes	Il s'agit de lister les faits ou les choix passés dans l'entreprise qui rendent plus difficiles l'atteinte des buts/objectifs par l'acteur. Les contraintes font partie de l'environnement d'un persona.
Performances cibles	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.

Type de relations	Descriptions
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.
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. 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.

En considérant les variables ci-dessus une à une, un risque de rejet d'une innovation est mis en exergue si :

- Titre : le concept d'offre impacte négativement le rôle du persona considéré.
- Données personnelles : Les exigences de qualification et d'expérience relatives au concept sont très différentes ou supérieures à celles acquises par le persona considéré.
- Influences : Le concept d'offre diminue le poids de décision du persona ou affecte son domaine de responsabilité.
- Objectifs : Le concept d'offre limite l'atteinte des objectifs du persona.
- Moyens d'action : Le concept d'offre requiert de nouvelles ressources.
- Contraintes : Le concept d'offre incrémente les contraintes du persona.
- Performances cibles : Le concept peut affecter négativement certains indicateurs clés pour le persona.

3.3 Modèle 3 : Interrelations entre acteurs

Pour caractériser la structure sociale d'une entreprise, les auteurs proposent de cartographier les flux entre acteurs au moyen de cinq types de relations (Tableau 3). Ces catégories ont été inspirées de discussions informelles préalables avec des représentants des différents métiers d'entreprises clientes. Le but est de définir les natures de relations à prendre en compte dans notre modèle ainsi que le niveau de généricité requis pour permettre l'utilisation du modèle dans tout type de démarche amont de conception.

Tableau 2. Catégories de flux du modèle 3

3.4 Intégration des trois modèles au sein du cas d'étude

3.4.1 Instanciation des trois modèles

A cette étape il s'agit d'instancier les trois modèles précédents en appliquant la méthode de collecte de données intégrée dans la phase exploratoire du cas d'étude (« *Discovery* »). La méthode « *Discovery* » est enseignée et diffusée par une entreprise d'études en innovation centrée utilisateurs : Ixiade [Pizelle, 2014]. Dans ce cadre, une question qualifiée est formulée. Les intentions stratégiques sont de développer des concepts d'offre pour connecter les machines industrielles et les systèmes d'information. La problématique d'une campagne de 39 entretiens semi-directifs a été menée au sein de 14 entreprises clientes du fournisseur d'automatisme industriel. Les entretiens sont enregistrés. Ils se déroulent en face à face sur la base d'un guide d'entretien préalablement préparé. Ce guide contient des questions ouvertes. Il permet d'orienter l'interview en vue de collecter toutes les données nécessaires à l'instanciation des trois modèles. Ainsi, les auteurs ne cherchent plus seulement à élaborer un « *Customer Concerns book* ». Les auteurs ont choisi de rencontrer les représentants des métiers liés au contexte industrie 4.0. Au cours des entretiens, les auteurs ont peu à peu découvert et spécifié les métiers impactés par l'industrie 4.0 et qui devaient donc être interrogés. Les entreprises clientes sollicitées sont réparties selon trois segments de marché :

- Usines de type manufacturière (ex : industries électroniques)
- Usines de type « *process* » (ex : agroalimentaire)
- Infrastructures (ex : aéroports)

Les entretiens ont été stoppés lorsque plus aucune information nouvelle n'était récoltée durant plusieurs entretiens consécutifs. Une étude a été menée pour déterminer ce point [Griffin et Hauser, 1993]. Griffin et Hauser démontrent que 12 entretiens par segment de marché permettent de collecter 70% de l'information attendue.

3.4.2 Idéation et élaboration d'un concept d'offre

Le but est d'utiliser les méthodes intégrées dans la phase idéation/élaboration du cas d'étude.

Quatre concepteurs en innovation internes au fournisseur d'automatisme industriel ont ensuite été impliqués pour générer un concept d'offre à partir des données collectées lors de la phase « Discovery ». Les auteurs de ce papier ont d'abord partagé le contenu des trois modèles construits dans la phase « Discovery ». Ils choisissent ensuite un animateur extérieur au projet. En effet, toutes les informations contenues dans les modèles n'ont pas le même niveau d'importance. En faisant appel à son bon sens, l'animateur a pour rôle de mettre en évidence les informations clés dans chacun des modèles instanciés.

Enfin, 12 entretiens directifs au sein de quatre entreprises clientes du fournisseur d'automatisme industriel ont permis d'évaluer l'acceptabilité client (« *proof of customer value* ») vis-à-vis du concept d'offre. Pour cela, un document visuel est présenté au cours des entretiens. Il intègre le titre du concept, les segments de marché ciblés, les « *concerns* » ciblés, les composants de l'offre et les scénarios d'usage associés à la solution. Les auteurs ont rencontré les acteurs concernés par le concept d'offre. Les entreprises clientes sont réparties selon les trois segments de marché précédents (cf section 3.4.1).

pourra ainsi être mobilisée par les concepteurs dans leurs futurs projets.

Number of concerns

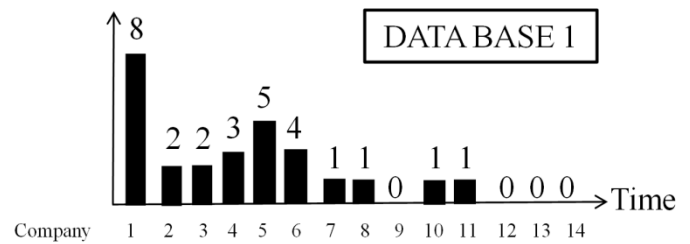


Figure 4. Nombre de « *concerns* » découverts au fur et à mesure des entreprises dans les 14 entreprises clientes.

4.1.2 Base de données 2 : 8 profils personas
 Au fur et à mesure des entretiens réalisés dans les 14 entreprises clientes, le nombre de personas identifiés comme liés au contexte industrie 4.0 diminue au cours du temps (Figure 5). Au total, 19 métiers ont été listés (ex : Responsable production).

Number of personas



Figure 5. Nombre de métiers liés à l'industrie 4.0 découverts au fur et à mesure des entretiens

Parmi ces 19 métiers identifiés, les interviews ont permis de recueillir suffisamment de données pour construire 7 profils personas. Un exemple est donné en Figure 6.

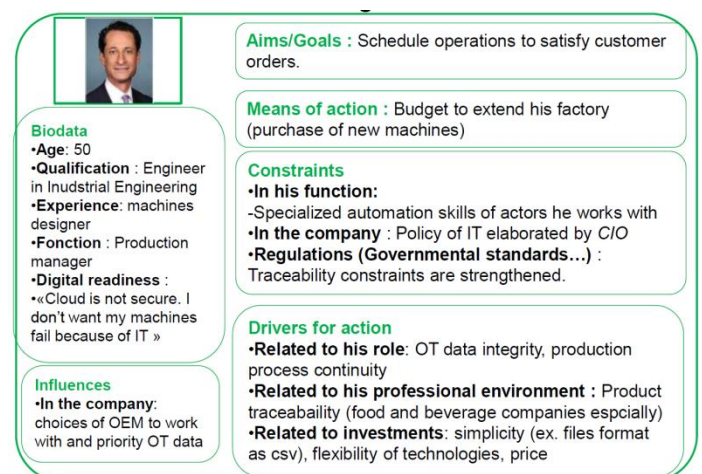


Figure 6. Exemple d'un profil persona « Responsable production »

4.1.3 Base de données 3 : cinq graphes de flux entre acteurs

Au cours de la phase « Discovery », les auteurs ont constaté le phénomène de contingence qui lie les relations entre acteurs

4 RESULTATS DE L'EXPERIMENTATION

4.1 Création de trois bases de données

La phase « Discovery » a permis de construire trois bases de données qui correspondent à l'instanciation des trois modèles (cf section 3). Il est possible d'analyser la complétude de chacune des bases de données.

4.1.1 Base de données 1 : 28 « *Customer Concerns* »

La base de données comporte 28 « *concerns* ». Un exemple est donné en Figure 3.

CC 1 : Difficulty to schedule maintenance actions

« We tend to make a lot of preventive actions. Operating time meter would be great to know how the machine aged. » (*Production manager from Company X*)

- **Cause :** No visibility of operating time of assets prevents from anticipating failures.
- **Impact :** Time between machines stops is not optimized
- **Palliatives :** Manual data entry about operating time
- **Criticism of palliatives :** Risk of human error
- **Involved personas :** Production manager
- **Involved step of OT lifecycle :** Operations and maintenance, Upgrades and migrations
- **Involved market segment :** Industrial processes, Manufacturing, Infrastructure
- **Companies :** X,Y,Z
- **Impact on Customer Architecture :** machines and CMMS

Figure 3. Exemple du « *concern* » n°1

Au fur et à mesure des entretiens réalisés dans les 14 entreprises clientes, le nombre de difficultés découvertes au cours du temps diminue (Figure 4). La complétude de la base de données 1 apparaît comme suffisante pour constituer un support informationnel riche quant aux fonctionnalités à satisfaire. Elle

selon deux critères : la phase du cycle de vie de l'usine ou de l'infrastructure (Conception/installation ; Exploitation/modification) et du segment de marché considéré. Par conséquent, les auteurs ont décidé de créer cinq graphes :

- Graphe 1 : Usines manufacturières en phase de conception/installation.

- Graphe 2 : Usines manufacturières en phase d'exploitation/modification.

- Graphe 3 : Usines de type « process » ou infrastructures en phase de conception/installation.

- Graphe 4 : Usines de type « process » dédiées à la production de biens de consommations (ex : agroalimentaire) en phase d'exploitation/modification.

- Graphe 5 : Usines de type « process » dédiées à la mise à disposition de services (ex : traitement des eaux usées urbaines) ou infrastructures en phase d'exploitation/modification.

Au fur et à mesure des entretiens réalisés, le nombre de flux découverts par graphe diminue (Figure 7). Par exemple, 9 usines ou infrastructures correspondent à la classification du graphe 5 et ont donc permis sa construction.

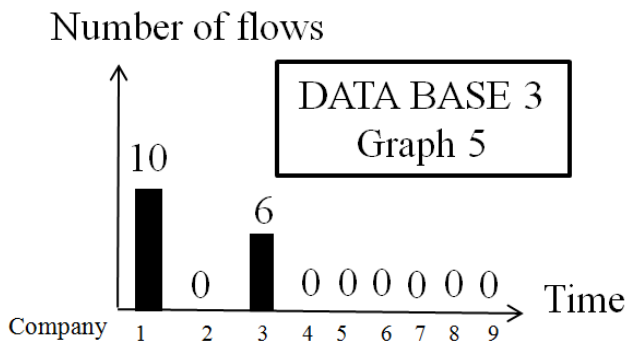


Figure 7. Nombre de flux découverts au fur et à mesure des entretiens pour le graphe 5

La Figure 8 illustre deux flux de type « Produits/Services » appartenant au graphe 5.

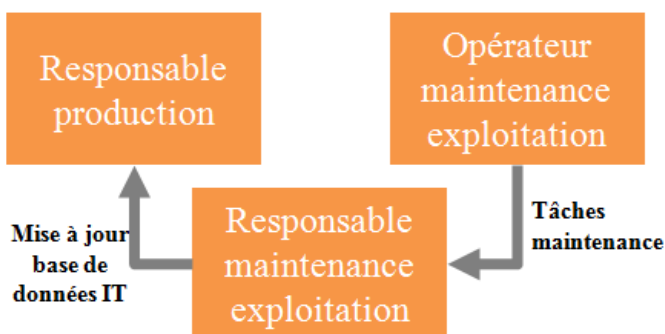


Figure 8 : Exemple de flux « services » du graphe 5

4.2 Génération d'un concept à l'aide des trois bases de données

A partir de la base de données 1, les auteurs ont consulté 5 experts intéressés par le sujet. Ces experts sont des ingénieurs en automatisation industrielle qui ont entre 10 et 40 ans d'expérience dans leur domaine. Ils démontrent une connaissance des besoins clients ainsi que des architectures techniques présentes chez les clients. Les « concerns » ont été évalués selon deux critères :

- L'impact client : Il s'agit d'estimer l'importance du problème, la fréquence de la situation d'usage associé au « concern » et l'efficacité des solutions existantes.

- 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 » considéré.

L'évaluation des 28 « concerns » a donc permis de caractériser 11 « pains » comme prioritaires. Ensuite, 4 concepteurs ont appliqué la démarche synthétisée par la Figure 9.

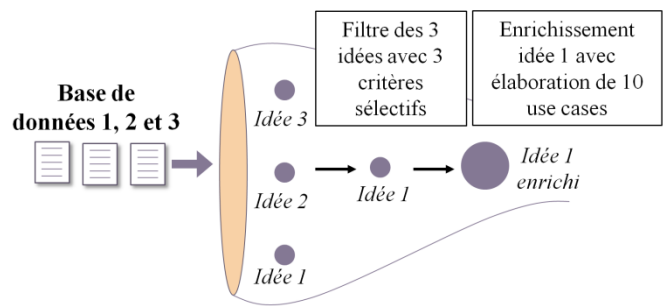


Figure 9. Démarche d'idéation et d'élaboration d'un concept

- Etape 1 : Les auteurs réunissent les quatre concepteurs pour leur décrire les informations contenues dans chacune des bases de données. Pour la phase « idéation », les informations contenues dans les bases de données sont mises en relation (Figure 10).

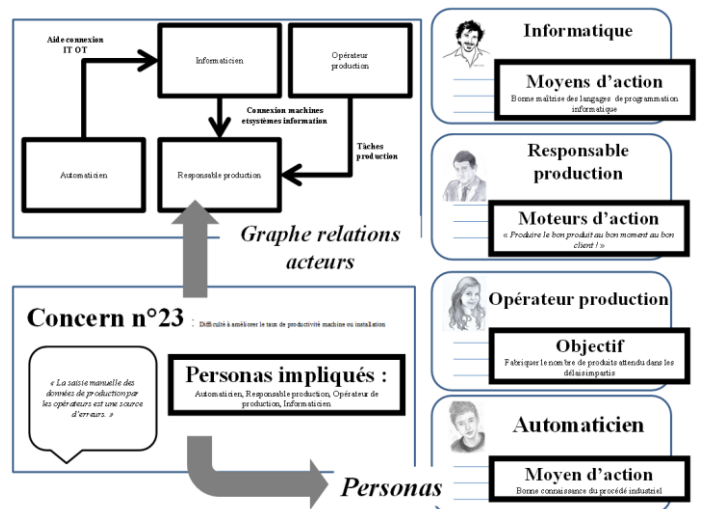


Figure 10. Mise en relations des informations contenues

dans les bases de données pour générer des idées

- Etape 2 : Les quatre concepteurs ont pour objectif d'imaginer des solutions pour répondre aux différents « concerns ». Pour cela, ils cherchent des options techniques relatives aux causes explicitées pour chaque « pain » et ce, tout en considérant les personas impliqués et leurs relations. Trois idées ont émergé dans notre cas. Les auteurs demandent ensuite aux concepteurs de les évaluer selon trois critères qui permettent de vérifier la prise en compte des trois bases de données :

- Critère 1 : L'idée doit réduire ou supprimer les impacts des « concerns ».

- Critère 2 : L'idée doit correspondre aux profils des personas impliqués par les « concerns ».

- Critère 3 : L'idée ne doit pas perturber les flux entre personas impliqués par les « concerns ».

Ce filtre permet dans notre cas de retenir une idée sur laquelle se focalisent les auteurs pour l'enrichir.

- Etape 3 : Les auteurs recensent et décrivent les scénarios d'usage liés à l'idée retenue. Un scénario d'usage décrit l'ensemble des étapes permettant d'atteindre un objectif opérationnel spécifié. L'objectif d'un « use case » est soit de minimiser les causes d'un « concern » soit de rendre possible les phases du cycle de vie du concept (ex : installation, exploitation, maintenance). Grâce aux bases de données, les auteurs ont décrit 10 « use cases » liés à l'idée. Ces derniers montrent l'ensemble des interactions entre personas nécessaires pour atteindre un objectif donné (ex : réduire la fréquence d'arrêt du procédé industriel). Dans ce cadre, deux ajustements sont proposés pour adapter l'idée aux profils d'acteurs impliqués et ainsi anticiper un potentiel rejet.

4.3 Test d'acceptabilité du concept d'offre

Les entretiens directifs menés par les auteurs permettent ensuite d'évaluer la « Customer Value ». Cet indicateur est défini comme l'intérêt que portent les utilisateurs au concept. Dans ce papier, il s'agit d'évaluer l'intérêt de l'ensemble des acteurs impliqués par le concept d'offre. Après analyse des résultats d'entretiens, aucun rejet majeur n'a pu être identifié. 100% des interviewés disent avoir une opinion globale du concept « bonne » voire « très bonne ». 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 architecture technique (machines industrielles et systèmes d'information) n'est pas soumise aux « pains » que permet de résoudre le concept. Cette affirmation permet de cibler le segment de marché auquel s'adresse la solution. En effet, les architectures techniques présentes dépendent du segment de marché considéré. A l'exception de deux « concerns », 100% des personnes interrogées jugent que le concept apporte une réponse « pertinente » voire « très pertinente » aux difficultés ciblées. Par ailleurs, plus de 50% des personas interviewés sont confrontés à chacun des « concerns » ciblés par la solution. Ceci corrobore la déduction précédente, le concept d'offre s'adresse à des segments de marché spécifiques.

5 CONFRONTATION DE LA SOLUTION METHODOLOGIQUE AVEC DES EXPERTS

Les auteurs cherchent à évaluer la pertinence de la solution méthodologique proposée (Figure 11).

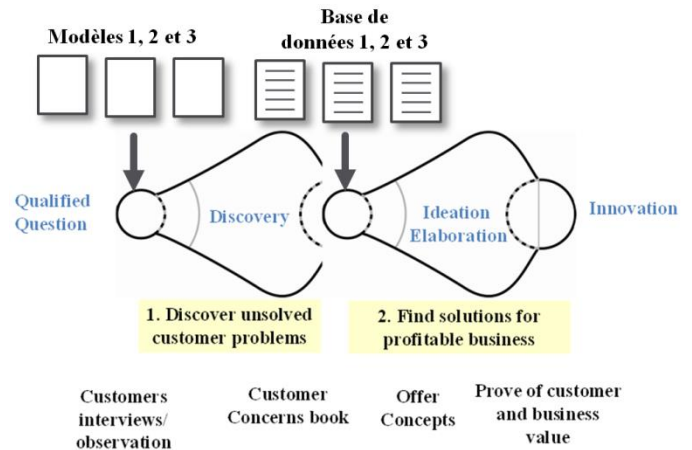


Figure 11. Processus de conception amont du cas d'étude incrémenté des propositions de ce travail de recherche

Dans ce cadre, les auteurs ont réalisé 7 entretiens directifs auprès d'experts dans la conception et l'expérimentation de méthodologies d'innovation dans des contextes industriels. Le terme innovation se réfère ici à des produits ou services adaptés à l'usage des utilisateurs ou qui pourront s'adapter à l'usage qu'ils souhaitent en faire. Ces experts ont entre 20 et 35 ans d'expérience.

Un document visuel a été présenté. Il décrit de façon détaillée les « inputs », les étapes et les « outputs » relatifs à chacune des activités du processus enrichi par ce travail de recherche. 100% des experts ont affirmé avoir une « très bonne » opinion globale de la démarche de conception et 85% seraient prêts à déployer le processus à leurs fins professionnelles. Par ailleurs, les auteurs cherchent à évaluer la proposition par rapport aux critères suivants :

- Critère A (C_A) : Facilité de déploiement
- Critère B (C_B) : Facilité de transfert de compétences
- Critère C (C_C) : Facilité d'évolution
- Critère D (C_D) : Pertinence par rapport au contexte industrie 4.0
- Critère E (C_E) : Pertinence par rapport à des contextes similaires au contexte industrie 4.0.

Les résultats de cette évaluation sont reportés dans la Figure 12.

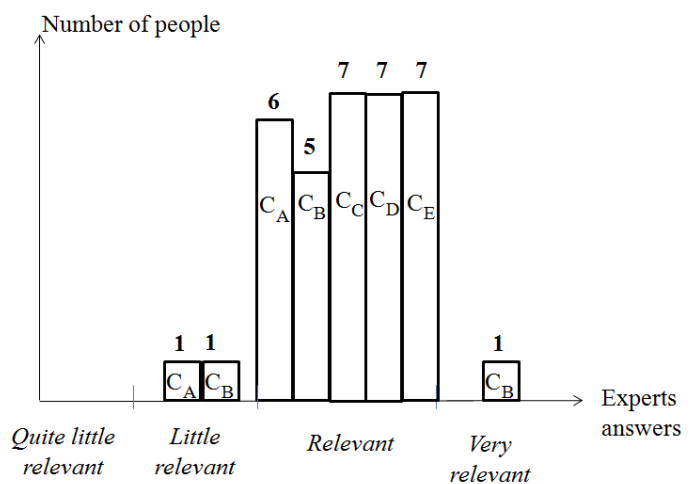


Figure 12. Résultats des experts pour l'évaluation de la pertinence de la solution méthodologique

L'approche proposée semble être une solution potentiellement efficace pour répondre à l'enjeu de recherche de ce papier. Les entretiens auprès d'experts ont également permis d'évaluer les aspects positifs et les points d'amélioration de la méthode. Trois points forts émergent :

- L'aspect multi-personas : la prise en compte des profils et des relations entre acteurs au sein d'une même entreprise cliente semble pertinent.

- L'aspect itératif : La prise en compte des profils personas et des relations entre acteurs s'opère à plusieurs étapes du processus : l'idéation, le filtrage des idées et l'enrichissement du concept.

- La généralité de la solution méthodologique : la proposition peut s'adapter à tout processus de conception dans un contexte de perturbations organisationnelles comme l'industrie 4.0.

Par ailleurs, trois points d'amélioration peuvent être listés.

- La complexité de mise en œuvre : le grand nombre d'entretiens réalisés nécessite d'analyser un grand nombre de verbatims issus de leur transcription.

- Manque de modularité : le temps de déploiement du processus n'est pas modulaire. Il ne dépend pas de l'importance stratégique d'un projet de conception.

- Test d'acceptabilité du concept d'offre basé sur du déclaratif : les retours non verbaux des clients rencontrés ne sont pas pris en compte mais peuvent constituer de riches sources d'informations en conception.

6 DISCUSSION

L'expérimentation de la solution méthodologique a permis de générer trois bases de données spécifiques au contexte industrie 4.0 et réutilisables pour générer un concept d'offre. La proposition s'avère opérante puisque des concepts de produits sont générés, elle est transférable car les concepteurs de l'entreprise l'ont adopté après l'apport de conseils de la part des auteurs. Les limites d'une telle capitalisation d'informations est la dépendance aux segments de marché étudiés et la sensibilité aux évolutions technologiques. En effet, ces évolutions influent sur les comportements individuels en entreprise. Par conséquent, certains « *concerns* » peuvent devenir obsolètes ou évoluer.

Par ailleurs, une limite des travaux d'expérimentation est liée au choix de l'échantillon d'acteurs observés. 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 l'industrie 4.0. 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 généré. Il permet de valider l'acceptabilité du concept. 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 l'industrie 4.0. Une autre limite est liée au nombre d'entreprises rencontrées par segment de marché. Pour illustration, deux entreprises ont été rencontrées dans le segment « entreprises manufacturières ». Elles ne permettent pas de vérifier avec fiabilité la complétude des flux entre acteurs. Ce travail de recherche ne prétend donc pas à une exhaustivité mais à l'émergence de tendances.

Cependant, l'expérimentation de la méthode a montré que les modèles proposés sont intégrables dans la phase amont d'un

processus de conception. Par conséquent, il est possible d'exploiter le processus ainsi enrichi afin de construire des bases de données relatives à d'autres « questions qualifiées » et donc dans d'autres contextes.

7 CONCLUSION

Les hypothèses de recherche qui sous-tendent le travail exposé dans cet article sont :

- Associer les fonctions archétypales d'acteurs aux moyens d'identification et de description des « *customer pains* » semble nécessaire pour élaborer des concepts mieux acceptés sur le marché

- Il semble nécessaire de caractériser les impacts d'une solution sur les relations entre acteurs et sur leurs profils.

Les modèles proposés dans ce travail permettent d'associer un « *pain* » aux profils d'acteurs présents dans une entreprise. Par ailleurs, la solution méthodologique montre comment utiliser ces modèles pour guider une phase d'idéation et enrichir une idée par la construction de scénarios d'usage. Le test d'acceptabilité d'un concept d'offre issu de l'expérimentation de la méthode proposée ne démontre aucun rejet majeur de l'offre. Ainsi, la mise en œuvre de l'expérimentation du processus ainsi que le diagnostic de ses résultats permettent de valider les hypothèses de recherche.

En synthèse, la contribution de ce travail de recherche peut se résumer en deux types d'apports : une proposition méthodologique qui intègre trois modèles opérationnels et une capitalisation de données recueillies auprès des clients formalisée par trois bases de données. Ces apports permettent de considérer la structure organisationnelle d'une entreprise cliente pour concevoir une offre mais également d'anticiper l'évolution de cette structure due à l'introduction d'une innovation. Cette anticipation a permis sur un concept d'offre spécifique d'obtenir une « *Customer Value* » positive favorisant ainsi les chances de succès du nouveau produit sur le marché (voir section 4.3).

Pour aller plus loin, le développement d'un outil logiciel permettrait de faciliter la mise en œuvre du processus.

8 REMERCIEMENTS

Les travaux présentés ici ont fait l'objet d'une thèse CIFRE cofinancée par l'entreprise Schneider Electric. Ils ont permis l'enrichissement du processus amont de conception mis en place.

9 REFERENCES

- AFAV. (1994) *L'analyse de la valeur*. Ministère de la coopération.
- AFNOR, N. (1991). X 50-151. *Analyse de la Valeur, Analyse Fonctionnelle-Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel*.
- Akao, Y., (2004) *Quality Function Deployment-Integrating Customer Requirements into Product Design*. New York : Productivity Press.
- Bonnetto, E., Yannou, B., Bertoluci, G., Boly, V., & Alvarez, J. (2016). A categorization of Customer Concerns for an OT front-end of innovation process in IT/OT convergence context. In *DS 84: Proceedings of the DESIGN 2016 14th International Design Conference*, Dubrovnik, Croatia, 16-

Bonnetto E., Yannou B., Yannou Le Bris G., Boly V., "Prise en compte des problèmes inter-métiers lors de l'introduction d'une innovation liée à l'industrie 4.0 : intégration à un processus de conception d'offre - Consideration of inter-trades issues when introducing an innovation related to Industry 4.0: integration to a specification and offer design process", in *CIGI*, 3-5 May, Compiègne, France, 2017.

19 Mai.

- Christensen, C. M. (2013) *The innovator's dilemma*. New York: Harper Business. ISBN : 978-0-06-052199-8.
- Cooper, A. (1999) *The inmates are running the asylum : Why Hi-tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. Indianapolis, USA: Macmillan Publishing Co.
- Cooper, R. G. (1988). Predevelopment activities determine new product success. *Industrial Marketing Management*, 17(3), pp. 237-247.
- Gilchrist, A. (2016). Introducing Industry 4.0. *Apress*, pp. 195-215. ISBN : 978-1-4842-2047-4.
- Griffin, A., & Hauser, J. R. (1993). The voice of the customer. *Marketing science*, 12(1), pp. 1-27.
- Harp, D.R., Gregory-Brown, B. (2015) *IT/OT Convergence :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>
- Hermann, M., Pentek, T., et Otto, B. (2016) Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Hawaii, USA, 5-8 Janvier.
- Jaruzelski, B., Loehr, J., Holman, R. (2012). *Making Ideas Work*. PwC Strategy & Global Innovation, vol. 1000.
- Kargermand, H. (2015) Change Through Digitization – Value Creation in the Age of Industry 4.0, in: Albach, H., Meffert, H., Pinkwart, A., and Reichwald, R., (Eds.), (2015) *Management of Permanent Change*, Springer, New York, pp. 23-45.
- Kim, W.C., Mauborgne, R. (2015). *Stratégie océan bleu: comment créer de nouveaux espaces stratégiques*. Pearson.
- Langevin, P. (2004). *Quels facteurs de performance pour quels types d'équipe? L'avis des managers*. In Normes et Mondialisation (pp. CD-Rom).
- Norman, D. (2002) *The design of everyday things*. New York: Basic Books.
- Pizelle, P., Hoffman, J., Aubouy, M. et al. (2014) *Innover par les usages*. Editions d'Innovations.
- Schlaepfer, R.C., Koch, M., Merkofer, P. (2015). *Industry 4.0 challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. Deloitte, AG, Zurich. <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>
- Wang, X., Zhang, Y., & Shen, G. (2016). An improved FMECA for feed system of CNC machining center based on ICR and DEMATEL method. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 83 (1-4), pp. 43-54.
- Yannou, B. (2015). 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, Milan, Italy, 27-30 Juillet.