



HAL
open science

Explorer la réalisation de la valeur de l'loT pour les organisations

Rostand Affogbolo

► **To cite this version:**

Rostand Affogbolo. Explorer la réalisation de la valeur de l'loT pour les organisations. Gestion et management. Nantes Université, 2022. Français. NNT : 2022NANU3006 . tel-03823201

HAL Id: tel-03823201

<https://theses.hal.science/tel-03823201v1>

Submitted on 20 Oct 2022

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.

THESE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 597
Sciences Economiques et Sciences de Gestion
Spécialité : *Management des Systèmes d'Information*

Par

Rostand AFFOGBOLO

Explorer la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 02 Juin 2022
Unité de recherche : LEMNA

Rapporteuses avant soutenance :

Carine Dominguez-Pery
Jessie Pallud

Professeure, Université Grenoble Alpes
Professeure, Université de Strasbourg

Composition du Jury :

Présidente : Cécile Godé

Professeure, Aix-Marseille Université

Examineur : Hicham Abbad

Maître de Conférences HDR, Nantes Université

Dir. de thèse : Claire Gauzente
Co-dir. de thèse : Pascale Kuntz

Professeure, Nantes Université
Professeure, Nantes Université

Invité : Samuel Fosso Wamba

Professeur, Toulouse Business School

Titre : Explorer la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations

Mots clés : Valeur, IoT, Organisations, Management des systèmes d'information

<p>Résumé : L'étude de la valeur que génèrent les technologies et les systèmes d'information pour les individus, les groupes, les organisations et, plus largement, la société, est un enjeu de recherche classique et majeur en management des systèmes d'information (MSI). Contribuant à cet axe de recherche, notre travail doctoral se focalise sur une technologie, l'Internet des objets (IoT), et un type d'utilisateurs, les organisations. Il explore donc la valeur que tirent ou peuvent tirer les organisations de l'usage de cette technologie à vocation ubiquitaire. Il éclaire les mécanismes et les forces causales dont l'action, les interactions, entraînent la matérialisation de la valeur pour les organisations. L'analyse que développe le présent travail de recherche s'appuie sur trois études complémentaires qui constituent autant de parties pour le manuscrit.</p>	<p>Elles permettent un examen à la fois étendu et profond de la valeur de la technologie. De manière globale, le travail présenté dans le manuscrit conceptualise la valeur de la technologie comme un construit incluant deux principales dimensions : les reconfigurations de processus d'une part, les changements organisationnels de l'autre. Une méta-analyse et une étude de cas permettent d'investiguer chacune de ces deux dimensions de manière empirique et d'établir ensuite une structure causale sous-jacente à la réalisation de la valeur. Ce faisant, notre travail complète la littérature actuelle en MSI concernant la valeur de la technologie. Plusieurs voies de recherche pour les travaux futurs sont également soulignées.</p>
---	---

Title: Exploring the Realization of the Business Value of IoT

Keywords: Value, Internet of Things, Organizations, Management of Information Systems

<p>Abstract: The study of the value that technologies and information systems generate for individuals, groups, organizations and, more broadly, society, is a classic and major research stream in management of information systems (MIS). Contributing to this research line, our PhD dissertation focuses on one technology, the Internet of Things (IoT), and one type of user, organizations. It therefore explores the value that organizations derive or can derive from the use of this ubiquitous technology. It sheds light on the mechanisms and causal forces whose action and interactions lead to the realization of value for organizations. The analysis developed in this research work is based on three complementary studies that constitute the parts of the manuscript. They allow for a broad and in-</p>	<p>depth investigation of the value of technology. Overall, the work presented in the manuscript conceptualizes the value of technology as a construct including two main dimensions: process reconfigurations on the one hand, organizational changes on the other. A meta-analysis and a case study allow us to investigate each of these two dimensions empirically and then to unveil the causal structure underlying the realization of value. In doing so, our work complements the extant literature in MIS on the value of technology. Several research avenues for future work are also highlighted.</p>
--	---

À ma famille bien-aimée (ma compagne, mes enfants, mes parents, mes sœurs et mon frère). Sans votre engagement inestimable et votre amour sans fin, la réalisation de ce projet personnel n'aurait probablement pas été possible. Je vous dois tout.

Avec ma plus profonde gratitude.

Remerciements

Nous sommes infiniment redevable aux professeures Claire Gauzente et Pascale Kuntz pour l'opportunité exceptionnelle qu'elles nous ont offerte de travailler avec elles dans le cadre du programme Q-CONNECT consacré, entre autres, à l'exploration des cas d'usage de l'IoT dans divers contextes organisationnels, notamment l'industrie manufacturière (industrie 4.0) et la santé (e-santé). À leurs côtés, nous avons appris les bases du métier si passionnant de chercheur et avons pris conscience de l'ampleur révolutionnaire de l'IoT pour les organisations. Nous leur exprimons notre plus profonde gratitude pour leur encadrement, leur grande patience, leur soutien, leur encouragement, leur contribution tout au long de ces années qu'a duré notre travail de recherche doctorale. Les enrichissantes discussions avec elles, leurs conseils, recommandations, et apports pratiques ont guidé le travail présenté dans ce manuscrit, notre réflexion et notre approche du projet de recherche. Nous tenons également à adresser nos sincères remerciements aux Professeurs Marc Bidan et Valérie Fointiat, membres du comité de suivi de notre thèse, pour leur soutien et leurs conseils.

Ensuite, nous adressons nos plus sincères remerciements aux Professeures Carine Dominguez-Pery et Jessie Pallud pour avoir accepté d'être rapporteuses de notre travail de recherche doctorale, pour leurs précieux commentaires sur ce travail et pour leur participation au jury de soutenance. Nous profitons également de cette occasion pour exprimer toute notre gratitude aux Professeurs Samuel Fosso Wamba et Cécile Godé et à Monsieur Hicham Abbad pour avoir accepté de participer au jury de soutenance.

Plus largement, nous exprimons toute notre reconnaissance à tous les évaluateurs qui ont examiné les versions antérieures des articles inclus dans ce manuscrit ainsi que les participants aux sessions de différentes conférences (Conférence annuelle de l'AIM 2018, 2019, 2020, 2021, Conférence annuelle de l'AIMS 2019, CIGI Qualita 2019, EGC 2018) où des versions antérieures des articles ont été présentées. Nous remercions le comité éditorial de la Revue SIM ainsi que les évaluateurs anonymes pour leurs précieux commentaires et leur soutien tout au long du processus de révision des versions précédentes du 2^{ème} article présenté dans le manuscrit et qui a été publié dans le n°4, vol. 25 de cette revue. Outre les personnes mentionnées jusqu'à présent, nous tenons à remercier les membres de l'axe Numérique et Transformation des Organisations du LEMNA (Université de Nantes), en particulier les Professeurs Marc Bidan, François de Corbière, Raphaël Suire, Frantz Rowe, les Maîtres de conférences Hicham Abbad, Aurélie Girard, Florence Jacob, et notre collègue Etienne Thenoz, pour leur amitié et la richesse des discussions au cours des années passées ensemble. De même, nous tenons à remercier les membres de l'axe Stratégie du LEM (Université de Lille), en particulier les Professeurs Benoît Demil, Xavier Lecocq, Vanessa Warnier, les Maîtres de conférences Frédéric Garcias, Zoé Lesquern, Xavier Weppe, ainsi que Guillaume Do Vale, Carla Badr, Cédric Binauld.

Enfin, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Christie-Anne Ogoubi pour son amitié et son aide précieuse pour la relecture du manuscrit.

Sommaire

Liste des tableaux	v
Liste des figures	vi
1. Introduction générale	1
1.1 Objectif et questions de recherche	6
1.2 L'Internet des Objets (IoT) : de la technologie à la prise en compte théorique en MSI	11
1.2.1 <i>Cerner l'IoT</i>	13
1.2.2 <i>Positionner l'IoT par rapport aux TIs classiques</i>	15
1.2.3 <i>Développements technologiques et technologies utilisables</i>	23
1.2.4 <i>Les tierces parties pouvant être impliquées</i>	26
1.3 L'usage de l'IoT : à quoi cela correspond-t-il ?	30
1.4 Design de la recherche	32
1.4.1 <i>Fondements philosophiques</i>	32
1.4.1.1 <i>La métaphysique : qu'est-ce que la valeur ?</i>	34
1.4.1.2 <i>L'axiologie : quel type de valeur valoriser ?</i>	49
1.4.1.3 <i>L'épistémologie : comment accédons-nous à la connaissance ?</i>	51
1.4.1.4 <i>Le raisonnement : comment devons-nous raisonner ?</i>	56
1.4.2 <i>Théorisation</i>	61
1.4.2.1 <i>Qu'est-ce que la théorie</i>	61
1.4.2.2 <i>Les théories explicatives et prédictives</i>	64
1.4.2.3 <i>Pourquoi la théorie ?</i>	67
1.4.2.4 <i>Comment théoriser ?</i>	69
1.4.3 <i>Méthodes</i>	71
1.4.3.1 <i>La méta-analyse</i>	72
1.4.3.2 <i>L'étude de cas</i>	73
1.5 Conclusion	74
2. Première partie : La valeur de l'IoT pour les organisations - les formes et les mécanismes générateurs	79
2.1 Conceptualisation de la valeur de l'IoT pour les organisations	83
2.2 Fondements théoriques	88
2.2.1 <i>Tirer profit d'une innovation technologique</i>	90
2.2.1.1 <i>L'appropriabilité</i>	91
2.2.1.2 <i>La complémentarité</i>	92
2.2.1.3 <i>Le timing</i>	96
2.2.2 <i>Capacités dynamiques</i>	98
2.2.2.1 <i>Différentes formes de Capacités dynamiques</i>	99
2.2.2.2 <i>Critères de performance</i>	100
2.2.2.3 <i>Les capacités opérationnelles ordinaires</i>	102
2.2.3 <i>Un cadre intérateur</i>	104
2.3 Concrétiser les reconfigurations et changements de processus	108
2.3.1 <i>La visibilité des processus</i>	109
2.3.2 <i>L'automatisation des processus</i>	114
2.3.3 <i>La reconfiguration des processus</i>	120
2.3.4 <i>La socialisation des artéfacts physiques</i>	123

2.4	Concrétiser les changements organisationnels	127
2.4.1	<i>Les changements de Business Model</i>	128
2.4.2	<i>La transformation organisationnelle</i>	132
2.5	Concrétiser la valeur économique mesurable	137
2.6	Les ressources complémentaires indispensables	142
2.7	Les aspects individuels importants	151
2.7.1	<i>Les stratégies cognitives</i>	152
2.7.2	<i>Les stratégies par le dialogue</i>	165
2.8	Conclusion	173
3.	Deuxième partie : Une facette de la valeur de l'IoT pour les organisations - les changements de Business Model	177
3.1	Fondements théoriques	180
3.1.1	<i>Les approches par les ressources</i>	182
3.1.1.1	<i>La perspective d'Edith Penrose</i>	182
3.1.1.2	<i>La perspective de Barney</i>	184
3.1.1.3	<i>L'importance de la polyvalence des ressources en MSI</i>	186
3.1.2	<i>Les changements de Business Model</i>	187
3.1.2.1	<i>Plusieurs perceptions du Business Model dans la littérature</i>	188
3.1.2.2	<i>Plusieurs dimensions du Business Model</i>	191
3.1.2.3	<i>Le mécanisme du changement de Business Model</i>	196
3.1.2.4	<i>Les changements de Business Model qu'entraîne l'IoT</i>	200
3.1.2.5	<i>Les potentiels inhibiteurs des changements de Business Model</i>	205
3.2	Méta-analyse d'études managériales	209
3.2.1	<i>Contraintes méthodologiques</i>	211
3.2.2	<i>Constitution du corpus d'études</i>	214
3.2.3	<i>L'analyse qualitative : l'agrégation abductive</i>	216
3.2.3.1	<i>Le BM Canvas</i>	217
3.2.3.2	<i>Le processus d'inférence rétrodictive</i>	219
3.2.4	<i>L'analyse quantitative : l'algorithme d'agrégation ordinale</i>	223
3.3	Résultats de la méta-analyse	225
3.3.1	<i>Les motivations - bénéfiques de l'usage de l'IoT</i>	226
3.3.2	<i>Les challenges - risques de l'usage de l'IoT</i>	229
3.3.3	<i>Analyse croisée des motivations - bénéfiques et challenges - risques</i>	232
3.4	Discussion	233
3.4.1	<i>Les antécédents des changements de Business Model</i>	234
3.4.2	<i>Deux principaux changements de Business Model qu'entraîne l'IoT</i>	235
3.4.3	<i>Le mécanisme des changements de Business Model</i>	239
3.4.4	<i>Le dialogue face aux inhibiteurs des changements de Business Model</i>	245
3.5	Voies de recherche	247
3.5.1	<i>Explorer les mécanismes de coordination des fournisseurs de compléments</i>	247
3.5.2	<i>Explorer plus avant les reconfigurations de la création et de la proposition de valeur</i>	249
3.6	Conclusion	251
4.	Troisième partie : Une autre facette de la valeur de l'IoT pour les organisations - la reconfiguration de la Stratégie Industrielle	254
4.1	Fondements théoriques	257
4.1.1	<i>La reconfiguration et les compléments externes</i>	257
4.1.2	<i>La Stratégie Industrielle</i>	260
4.1.2.1	<i>Les capacités industrielles</i>	261
4.1.2.2	<i>Les domaines de choix</i>	264

4.2 Une nouvelle structuration pour le contenu de la Stratégie industrielle	271
4.2.1 <i>La qualité</i>	272
4.2.1.1 <i>La conformité des processus</i>	273
4.2.1.2 <i>La conformité des produits</i>	276
4.2.2 <i>La fiabilité</i>	279
4.2.2.1 <i>Livrer dans les délais</i>	280
4.2.2.2 <i>Célérité de la livraison</i>	285
4.2.3 <i>La flexibilité</i>	286
4.2.3.1 <i>Changement de produit</i>	288
4.2.3.2 <i>Changement de volume</i>	292
4.3 Impacts sur le coût et la performance	295
4.3.1 <i>La réduction des coûts de production</i>	295
4.3.2 <i>Les améliorations de performance opérationnelle</i>	299
4.4 Un cadre théorique étendu	300
4.5 L'exploration empirique	302
4.5.1 <i>Pertinence des approches par études de cas pour la présente recherche</i>	302
4.5.1.1 <i>Principales caractéristiques des études de cas</i>	302
4.5.1.2 <i>Les études de cas réalistes critiques</i>	304
4.5.2 <i>Sélection des cas et collecte de données</i>	307
4.5.2.1 <i>Sélection des cas</i>	307
4.5.2.2 <i>Les sources de données</i>	310
4.5.2.3 <i>Analyse des données</i>	314
4.5.3 <i>Validité et fiabilité</i>	316
4.5.3.1 <i>Validité du construit</i>	316
4.5.3.2 <i>Validité interne</i>	318
4.5.3.3 <i>Validité externe</i>	320
4.5.3.4 <i>La fiabilité</i>	323
4.6 Résultats	324
4.6.1 <i>Les reconfigurations et les changements de la Stratégie industrielle</i>	324
4.6.1.1 <i>Les reconfigurations et les changements concernant la qualité</i>	326
4.6.1.2 <i>Les reconfigurations et les changements concernant la fiabilité</i>	329
4.6.1.3 <i>Les reconfigurations et les changements concernant la flexibilité</i>	337
4.6.1.4 <i>Les reconfigurations et les changements concernant le coût</i>	341
4.6.1.5 <i>La prise en compte de la cybersécurité</i>	342
4.6.2 <i>Le contexte d'émergence</i>	343
4.6.3 <i>La structure causale</i>	347
4.6.4 <i>Les impacts des reconfigurations et changements sur le coût et la performance</i>	349
4.7 Discussion	352
4.7.1 <i>L'importance du contexte causal du phénomène d'intérêt</i>	352
4.7.2 <i>La théorie causale permettant d'expliquer le phénomène d'intérêt</i>	354
4.7.3 <i>La reformulation de la Stratégie industrielle</i>	357
4.7.3.1 <i>Des processus dynamiques et combinés</i>	357
4.7.3.2 <i>La prise en compte des autres principaux domaines de choix</i>	359
4.7.3.3 <i>La prise en compte de la cybersécurité</i>	360
4.7.4 <i>Les changements organisationnels résultant de l'usage de l'IoT</i>	362
4.8 Voies de recherche	364
4.8.1 <i>Investiguer les interactions entre les paramètres causaux du contexte d'émergence</i>	364
4.8.2 <i>Explorer les changements organisationnels résultant de la cybersécurité</i>	365
4.9 Conclusion	366

5. Conclusion générale	369
5.1 La conceptualisation de la valeur de l'IoT	371
5.2 La structure causale de la réalisation de la valeur de l'IoT	374
5.3 Les contributions de notre travail de recherche	377
5.4 Limites et voies de recherche	381
Liste des références	383
Annexes	402

Liste des Tableaux

Tableau 1.1	Les trois articles ou parties du manuscrit	7
Tableau 1.2	Potentiels fournisseurs de compléments indispensables à l'introduction et à l'usage de l'IoT	29
Tableau 1.3	Les sous-domaines de la philosophie et les questions y relatives dans le cadre de notre recherche doctorale	34
Tableau 1.4	Les six principes que suggèrent Myers & Klein (2011) pour mettre en œuvre une recherche critique	53
Tableau 1.5	Les strates de la réalité selon la perspective du réalisme critique	56
Tableau 2.1	Principales caractéristiques des Capacités Dynamiques	104
Tableau 2.2	La littérature en MSI sur l'IoT mobilisée pour alimenter les discussions présentées dans la suite la première partie	109
Tableau 2.3	Récapitulatif des propositions théoriques et questions de recherche	173
Tableau 3.1	Quelques perceptions du Business Model dans la littérature	191
Tableau 3.2	Quelques enseignements de la littérature empirique sur le déploiement et les changements de BM qu'entraîne l'IoT	202
Tableau 3.3	La distribution des construits au niveau des composantes du BM Canvas	222
Tableau 3.4	Les résultats de la procédure calculatoire ordinale sur les motivations - bénéfices de l'usage de l'IoT	227
Tableau 3.5	Les résultats de la procédure calculatoire ordinale sur les challenges - risques de l'usage de l'IoT	231
Tableau 4.1	Une nouvelle Structuration du contenu de la Stratégie Industrielle	294
Tableau 4.2	Quelques propositions de mesure de la performance opérationnelle dans la littérature	300
Tableau 4.3	Les cinq principes que présentent Wynn & Williams (2012) pour conduire une étude de cas réaliste critique	306
Tableau 4.4	Les huit cas servant de base à l'analyse empirique de l'étude	310
Tableau 4.5	Les sources de données sur lesquelles s'appuie l'étude	312
Tableau 4.6	Les principales dimensions de la théorie causale	355
Tableau 5.1	Les contributions de notre recherche doctorale	380

Liste des Figures

Figure 1.1	Les liens entre les trois articles ou parties du manuscrit	8
Figure 1.2	Les technologies réseau sans fil utilisables pour l'IoT	24
Figure 1.3	Les parts de marché des technologies LPWAN	25
Figure 1.4	La grande variété de potentielles parties prenantes à l'introduction et à l'usage de l'IoT	27
Figure 1.5	Structure de recherche correspondant au réalisme ontologique	48
Figure 1.6	La procédure d'inférence abductive	60
Figure 1.7	Annonce de la partie 1 à suivre du manuscrit	77
Figure 2.1	Cadre théorique de la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations	106
Figure 2.2	Cadre théorique (complété) de la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations	170
Figure 2.3	Annonce de la partie 2 à suivre du manuscrit	176
Figure 3.1	Cadre théorique du changement de Business Model qu'entraîne l'IoT	209
Figure 3.2	BM Canvas	218
Figure 3.3	Graphe orienté Gp de préférence entre construits	225
Figure 3.4	Annonce de la partie 3 à suivre du manuscrit	252
Figure 4.1	Cadre théorique de l'étude	301
Figure 4.2	L'enchaînement causal dans la philosophie du réalisme critique	305
Figure 4.3	Les rôles des sources de données dans la démarche d'étude de cas mise en œuvre	314
Figure 4.4	Les reconfigurations et changements réalisés concernant la qualité	328
Figure 4.5.a	Les reconfigurations et les changements concernant la dimension livrer dans les délais (fiabilité)	332
Figure 4.5.b	Les reconfigurations et les changements concernant la dimension célérité de la livraison (fiabilité)	336
Figure 4.6	Les reconfigurations et les changements effectués pour la flexibilité	340
Figure 4.7	Les changements effectués pour réduire les coûts	341
Figure 4.8	Les changements effectués pour déployer la cybersécurité	343
Figure 4.9	Le contexte d'émergence de l'usage de l'IoT	344
Figure 4.10	La structure causale sous-jacente à la reconfiguration de la Stratégie Industrielle qu'entraîne l'IoT	348
Figure 4.11	Les impacts des reconfigurations et changements sur le coût et la performance opérationnelle	350
Figure 5.1	Architecture de la valeur de l'IoT pour les organisations	373
Figure 5.2	Structure causale de la réalisation de la valeur de l'IoT	376

Introduction générale

Résumé

À l'ère de l'informatique ubiquitaire, où les technologies de l'information sont utilisées à des fins multiples et variées, l'Internet des objets (IoT) bénéficie d'une attention croissante, tant des chercheurs que des praticiens, en étant souvent considéré comme une source potentielle d'avantages concurrentiels. Dans cette partie introductive de notre travail doctoral, nous nous appuyons d'abord sur une perspective historique pour rappeler les évolutions séquentielles des technologies de l'information (TI) depuis l'introduction de l'ordinateur jusqu'à nos jours. Tout au long de ces séquences de leur histoire, les usages des TIs évoluent du gros ordinateur central inaccessible au plus grand nombre des membres de l'organisation vers des capacités de calcul distribuées, localisées ou implantées dans toutes les unités de l'organisation. Ce rappel historique permet ensuite de positionner l'IoT, dont les technologies et les usages sont apparus plus récemment, par rapport aux TIs classiques dont les usages sont examinés en management des systèmes d'information (MSI), de souligner les différences par rapport à ces TIs classiques et de présenter les caractéristiques et capacités supplémentaires qu'offre l'IoT. Ensuite, nous définissons le terme « usage de l'IoT » et soulignons qu'il équivaut, dans le présent manuscrit, à la dernière étape du continuum pré-adoption – assimilation souvent mobilisé en MSI, en l'occurrence la profonde routinisation pour faire de la technologie une partie intégrante du système d'activités de l'organisation. Enfin, les fondements philosophiques de la recherche présentée dans le manuscrit sont explicités. Ils soulignent notamment l'intransitivité de la réalité, et la transitivité de la perception de cette réalité comme sous-jacentes à l'analyse présentée tout au long du manuscrit. Toutefois, avant de présenter ces différents développements, nous débutons par une présentation de l'architecture structurée autour de trois parties interdépendantes.

Mots clés : IoT, Technologie ubiquitaire, Routinisation, Philosophie, Théorisation.

Évoluant dans un environnement de plus en plus changeant et concurrentiel, les organisations se tournent aujourd'hui de plus en plus vers les technologies innovantes pouvant représenter une source d'avantage concurrentiel (Baiyere *et al.*, 2021 ; Peppard & Ward, 2004). Comme discipline, le management des systèmes d'information (MSI) est bien placé pour accompagner, mais aussi pour questionner le rythme accéléré actuel de l'usage de nouvelles technologies de l'information (Burton-Jones *et al.*, 2021). Notre contribution en tant que discipline prend souvent la forme de connaissances et de théories alimentant nos propres réflexions et travaux, mais aussi de connaissances pratiques pouvant alimenter et éclairer praticiens, décideurs politiques et membres de la société civile sur plusieurs aspects importants relatifs à ces technologies. En effet, la discipline des systèmes d'information (SI) a toujours exploré et étudié la façon dont les technologies de l'information (TI) sont développées puis utilisées par les individus, les groupes, les organisations (Burton-Jones *et al.*, 2021 ; Sidorova *et al.*, 2008). Mais les environnements « ont changé de façon spectaculaire et continuent de l'être »¹ (Burton-Jones *et al.*, 2021 p.301) et les SIs ont eux-mêmes considérablement changé (Baskerville *et al.*, 2020). Par exemple, certains travaux (Hirschheim & Klein, 2012 ; Peppard & Ward, 2004 ; Somogyi & Galliers, 1987) ayant effectué une analyse historique de notre discipline rapportent que depuis les premières implémentations, il y a environ sept décennies², l'usage des TIs au sein des organisations a évolué dans le temps avec la possibilité de distinguer quatre principales ères ou périodes. 1- *L'ère du traitement des données*. Datant principalement du milieu des années 1960 au milieu des années 1970, cette période fut principalement caractérisée par l'introduction de la troisième génération d'ordinateurs (ex. la série 360 d'IBM) et l'émergence de départements informatiques au sein des organisations. L'avènement de cette nouvelle capacité informatique

¹ Traduction effectuée de l'Anglais vers le Français à l'aide de DeepL.com. Toutes les traductions proposées dans le manuscrit ont été réalisées avec le support de cet outil.

² La première application commerciale de l'informatique dans les organisations date de 1951. Baptisée LEO (Lyons Electronic Office), elle a été développée en Angleterre (Hirschheim & Kein, 2012 p.189).

a progressivement conduit les organisations à moins se focaliser sur les processus administratifs basiques à automatiser, pour davantage investir dans le traitement des données (Hirschheim & Klein, 2012 ; Somogyi & Galliers, 1987). 2- *L'ère du management des SIs*. Entre le milieu des années 1970 et le milieu des années 1980, les organisations ont commencé à pouvoir développer des capacités de calcul et de traitement distribuées grâce à l'introduction des ordinateurs personnels. Cette nouvelle génération d'équipements a contribué à considérablement réduire le coût d'accès à la puissance de calcul par rapport à la précédente génération constituée de gros ordinateurs centraux³. En conséquence, le nombre de potentiels utilisateurs s'est considérablement élargi et les organisations ont donc mis en place une approche davantage orientée vers le management en prenant en compte d'autres aspects que les seules caractéristiques et fonctionnalités techniques des projets SIs. Par exemple, elles ont davantage inclus les utilisateurs dans le développement des projets et ont mis en place des comités de pilotage (Hirschheim & Klein, 2012 ; Somogyi & Galliers, 1987). D'un autre côté, elles sont devenues proactives pour identifier les façons de tirer parti des TIs pour obtenir un avantage commercial (Peppard & Ward, 2004). 3- *L'ère des SIs stratégiques*. La recherche d'un avantage commercial par l'usage des TIs s'est poursuivie tout au long de cette troisième ère qui s'étend du milieu des années 1980 à la fin des années 1990. De manière cohérente, les stratégies SIs ont commencé à être alignées sur les stratégies globales (corporate, business) des organisations. Les business units prennent le contrôle sur les investissements SIs adressant leurs besoins particuliers. Le département SI central, désormais dirigé par un CIO (chief information officer), un nouvel intitulé de poste à cette époque, avait alors pour mission d'assurer la maintenance de l'infrastructure SI à l'échelle de l'organisation (Hirschheim & Klein, 2012). 4- *L'ère des SIs capacitantes*. Correspondant à l'ère de l'informatique ubiquitaire et de l'usage généralisé d'Internet, cette quatrième ère, qui s'étend de la fin des

³ Mainframes

années 1990 à aujourd’hui, a apporté de nouvelles méthodes de communication et de nouvelles façons de conduire les activités et opérations par rapport aux périodes précédentes. Cela a entraîné un changement significatif dans la perception des SIs et des TIs qui sont devenus un élément central de la stratégie concurrentielle. En cette ère, les SIs sont considérés comme une capacité critique sur laquelle s’appuyer pour proposer de nouveaux produits et services, mieux répondre aux besoins des clients, et donc obtenir un avantage concurrentiel durable (Hirschheim & Klein, 2012 ; Peppard & Ward, 2004). Pour réussir à tirer davantage de valeur⁴ des SIs à une ère comme celle-ci, les organisations ont largement adopté l’externalisation qui rend indispensables différents services fournis par des partenaires onshore et offshore (Hirschheim & Klein, 2012).

Comme on peut le constater, ces différentes ères présentent des caractéristiques distinctes concernant l’usage des TIs et ont des objectifs différents, bien que le traitement des données et le management de l’usage des TIs se poursuivent de nos jours (Peppard & Ward, 2004). Dans le prolongement de cette analyse évolutive, Swanson (2017) avance aussi que les SIs correspondent à une famille évolutive de technologies où les nouvelles technologies s’appuient sur et combinent certaines technologies antérieures.

À l’ère de l’informatique ubiquitaire, le rythme des innovations concernant les TIs, et plus largement les technologies digitales, est particulièrement élevé. Elles ont apporté de nombreux bénéfices aux organisations, notamment un meilleur accès aux ressources et actifs non détenus, l’accès à de nouvelles opportunités de marché, l’amélioration du fonctionnement

⁴ Le terme « tirer davantage de valeur » consiste pour l’organisation à concrétiser plusieurs formes ou un maximum de formes de valeur organisationnelle (dont la valeur économique) qu’elle estime indispensables pour son système d’activités dans le cadre de l’usage des TIs/SIs. Le terme peut aussi refléter une concrétisation d’ampleur importante concernant une forme précise de valeur. Ex. Le changement du Business Model (BM) peut être de faible ampleur (un faible nombre de composantes concernées) ou d’ampleur importante (toutes les composantes du BM ou presque sont concernées). Dans le reste du manuscrit, nous utilisons de manière interchangeable plusieurs termes connexes comme « réaliser davantage de valeur », « générer davantage de valeur », « maximiser la valeur ». À noter que les formes de valeur organisationnelle réalisables dans le cadre de l’usage de l’IoT et des TIs sont discutées de manière détaillée plus bas dans la première partie du manuscrit.

interne, etc. Communément appelées technologies digitales émergentes⁵, les TIs ubiquitaires comprennent les médias sociaux, les plateformes numériques, l'Internet des objets (IoT), l'intelligence artificielle (IA), pour n'en citer que quelques-unes. Leurs usages ont entraîné de profonds changements des stratégies, structures, processus des organisations. Par conséquent, elles appellent l'élaboration de nouvelles théories, c'est-à-dire la mise à jour des théories classiques ayant structuré les disciplines du management en général, et des SIs en particulier, depuis les années 1970, voire leur remplacement (Baum & Haveman, 2020 ; Burton-Jones *et al.*, 2021). Dans tous les cas, l'ère actuelle de l'informatique ubiquitaire nous commande d'être ouverts à de nouvelles perspectives théoriques pour éclairer nos analyses (Baiyere *et al.*, 2021 ; Baum & Haveman, 2020).

Notre travail doctoral examine l'usage par les organisations de l'une des TIs ubiquitaires mentionnées ci-dessus et particulièrement symptomatiques de l'ère des SIs capacitantes que présentent Peppard & Ward (2004), l'Internet des objets (IoT). Les publications managériales rapportent souvent la progression continue de son usage. Par exemple, une estimation de marché réalisée en novembre 2020 par IoT Analytics⁶ mentionne 11,7 milliards de connexions IoT (par ex. équipements industriels connectés, appareils domotiques connectés, voitures connectées) au cours de l'année 2020, devant les 10 milliards de ce que l'entreprise d'études de marché considère comme des connexions non-IoT (par ex. desktops, laptops). Cette estimation englobe les usages des organisations comme des individus. Une autre étude, publiée par la fondation Eclipse⁷ en juin 2021, et portant cette fois exclusivement sur les

⁵ Rotolo *et al.* (2015) ont examiné les caractéristiques des technologies émergentes. Ils définissent une technologie émergente comme « une technologie radicalement nouvelle et à croissance relativement rapide, caractérisée par un certain degré de cohérence persistant dans le temps et ayant le potentiel d'avoir un impact considérable sur le(s) domaine(s) socio-économique(s)... Cependant, son impact le plus marquant se situe dans le futur, et donc dans la phase d'émergence elle est encore quelque peu incertaine et ambiguë. » (p.1833)

⁶ IoT Analytics est une société d'études de marché. Son estimation de marché mentionnée ici a été publiée le 19 novembre 2020.

⁷ La fondation Eclipse est une organisation à but non lucratif qui promeut les approches open-source. Son étude citée ici a été publiée le 08 juin 2021 sur GlobeNewswire.com avec le titre « The Eclipse Foundation Releases 2021 IoT and Edge Commercial Adoption Survey Results ».

organisations, indique qu'environ 47 % des organisations interrogées ont déjà déployé l'IoT et que 39 % prévoient de le faire dans les 12 à 24 mois à venir. Ces estimations de marché soulignent l'intérêt croissant des organisations pour l'IoT. Tout au long de ce manuscrit, nous documentons la manière dont l'IoT génère de la valeur pour les organisations, les changements qu'entraîne son usage concernant les processus, structures et stratégies. À cet effet, nous proposons de nouveaux développements théoriques, plus holistiques qui, selon nous, peuvent mieux informer sur la façon dont les organisations réalisent⁸ de la valeur dans le cadre de l'usage de l'IoT.

La suite de la partie introductive du manuscrit est organisée comme suit. L'objectif et les questions de recherche sont d'abord présentés. Ensuite, l'IoT est défini et positionné par rapport aux TIs classiques. À la suite de la définition de l'IoT, nous explicitons ce que nous entendons par usage de l'IoT. Enfin, nous présentons le design de la recherche doctorale.

1.1 Objectif et questions de recherche

Comme mentionné ci-dessus, notre travail doctoral vise à examiner l'usage de l'IoT en contexte organisationnel et la réalisation de la valeur qui en découle. En effet, perçue comme une source d'avantage concurrentiel à l'ère de l'informatique ubiquitaire (Ancarani *et al.*, 2019 ; Baiyere *et al.*, 2021 ; Bose *et al.*, 2009 ; Côte-Real *et al.*, 2020), la technologie IoT est sous les feux des projecteurs et attire une attention croissante des praticiens et des décisionnaires. La principale question de recherche qu'examine notre manuscrit est la suivante : *Comment les organisations réalisent-elles de la valeur dans le cadre de l'usage de l'IoT ?* Le sujet d'intérêt de notre recherche doctorale est donc la valeur de l'IoT pour les

⁸ Rappelons très brièvement ce à quoi correspond le terme « réaliser ». Le dictionnaire Merriam-Webster (version online consultée le 22 octobre 2021, accessible à l'adresse [Merriam-Webster.com/dictionary](https://www.merriam-webster.com/dictionary)) le définit comme l'action de concrétiser (*bring into concrete existence*). Le dictionnaire Larousse (version online consultée le 22 octobre 2021, accessible à l'adresse [larousse.fr/dictionnaires/francais](https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais)) le définit de manière similaire : « faire passer à l'état de réalité concrète ». En d'autres termes, « réaliser la valeur » consiste pour l'organisation à rendre concrète la valeur, la matérialiser, la rendre tangible. Tout au long du manuscrit, plusieurs termes connexes sont utilisés de manière interchangeable. Ex : « générer de la valeur », « tirer profit », « tirer parti ».

organisations, autrement dit la valeur que réalisent les organisations dans le cadre de la routinisation de cette technologie. Notre travail examine les mécanismes à l'œuvre et conduisant à la matérialisation de cette valeur. Pour adresser l'objectif et la question de recherche susmentionnés, le manuscrit est organisé en trois parties qui correspondent chacune à un article⁹ spécifique comme le présente le Tableau 1.1. Les trois parties, qui ont fait l'objet de publications, examinent trois sous-questions liées à l'objectif et à la question principale. Ainsi, les trois parties se complètent pour éclairer la question de recherche centrale. L'examen de ces sous-questions permet aussi, dans une certaine mesure, aux trois parties de s'éclairer mutuellement, comme synthétisé sur la Figure 1.1.

Article 1 ou première partie	Version dans le manuscrit	Titre Question(s) de recherche Type	La valeur de l'IdO pour les organisations - les formes et les mécanismes générateurs Quelle(s) valeur(s) peuvent concrétiser les organisations dans le cadre de l'usage de l'IdO et comment ? Théorique : développement d'une théorie de la valeur de l'IdO pour les organisations
	Version antérieure	Titre Auteur.e.s Revue ou conférence(s)	La réalisation de la valeur de l'IdO pour les organisations - Une approche étendue et multidimensionnelle Affogbolo R. Systèmes d'Information et Management (<i>soumission ayant passé le premier tour d'évaluation</i>)
Article 2 ou deuxième partie	Version dans le manuscrit	Titre Question(s) de recherche Type	Une facette de la valeur de l'IdO pour les organisations - les changements de Business Model Comment se mettent en place les changements du Business Model dans le cadre de l'usage de l'IdO ? Empirique : méta-analyse de données ordinales
	Version antérieure	Titre Auteur.e.s Revue ou conférence(s)	Bénéfices et risques de l'IdO : Que pouvons-nous en apprendre à propos du changement du Business Model ? Affogbolo R., Gauzente C., Kuntz P., Guénoche A. Systèmes d'Information et Management, vol. 25, n°4
Article 3 ou troisième partie	Version dans le manuscrit	Titre Question(s) de recherche Type	Une autre facette de la valeur de l'IdO pour les organisations - la reconfiguration de la Stratégie Industrielle Comment les organisations reconfigurent-elles leurs Stratégies Industrielles dans le cadre de l'usage de l'IdO pour améliorer leurs performances opérationnelles ? Empirique : étude de cas
	Version antérieure	Titre Auteur.e.s Revue ou conférence(s)	Reconfigurer la stratégie industrielle : les perspectives qu'ouvre l'Internet des Objets Affogbolo R. Conférence de l'AIM 2020

Tableau 1.1 : Les trois articles ou parties du manuscrit

⁹ Dans la suite du manuscrit, les termes « partie », « article », « étude » sont utilisés de manière interchangeable.

Dans la première partie, nous prenons en compte les caractéristiques distinctives de l’IoT pour développer une nouvelle théorie de la réalisation de la valeur de la technologie pour les organisations, plus étendue et réaliste, qui correspond à notre perspective réaliste de la valeur de la technologie dans le contexte organisationnel.

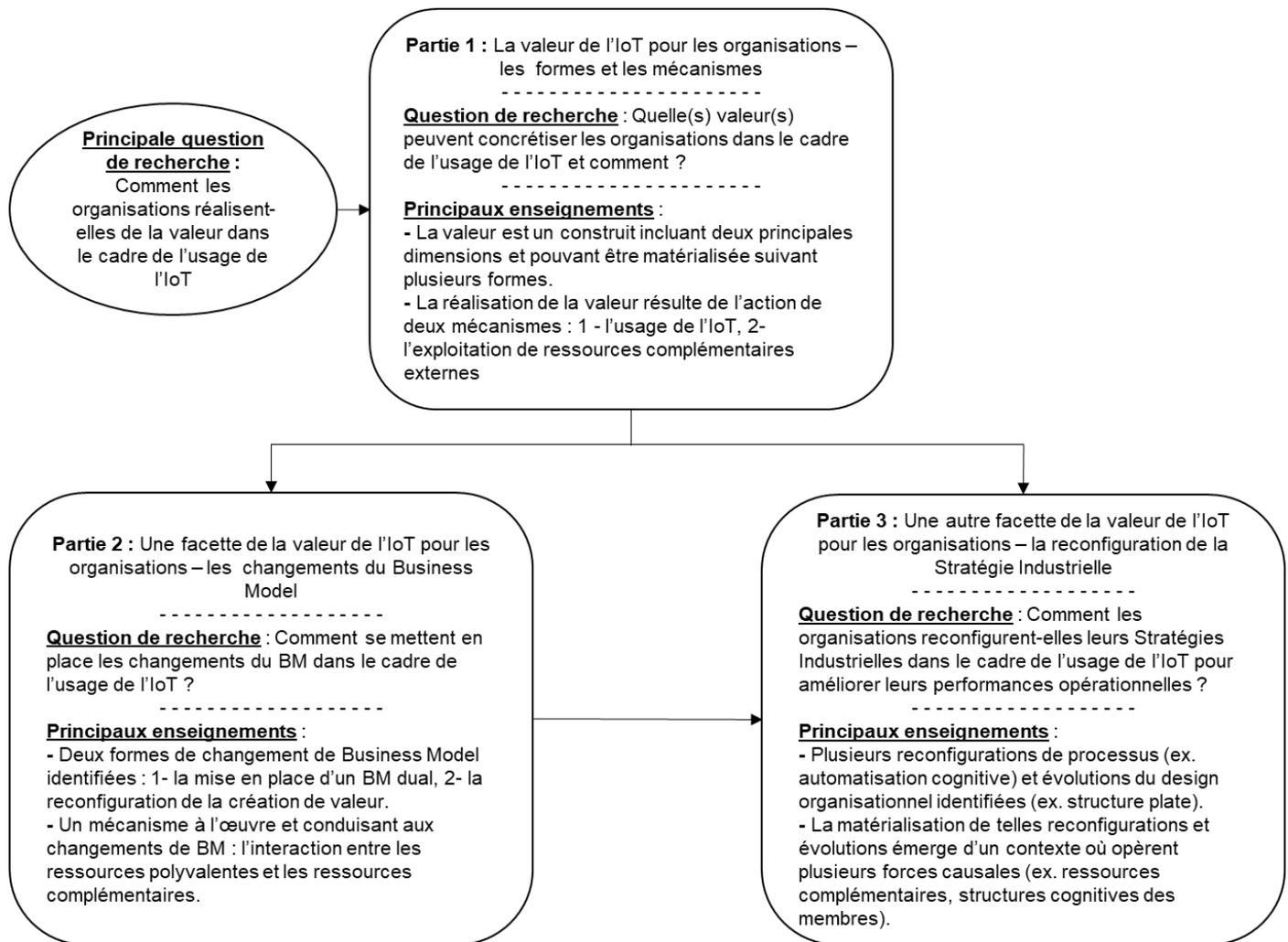


Figure 1.1 : Les liens entre les trois articles ou parties du manuscrit

Répondant spécifiquement à la question « *Quelle(s) valeur(s) peuvent concrétiser les organisations dans le cadre de l’usage de l’IoT et comment ?* », elle met en lumière les mécanismes permettant de générer de la valeur (c’est-à-dire le *comment*) dans le cadre de l’usage de l’IoT et discute des différentes dimensions et formes de la valeur réalisable (c’est-à-dire *quelle(s) valeur(s)*). Cette partie du manuscrit s’appuie sur la littérature en MSI et en management en général pour examiner en profondeur la valeur réalisable par les organisations

qui routinisent cette technologie. Elle présente notamment deux principales dimensions pour la valeur que les organisations peuvent concrétiser, en l'occurrence les reconfigurations et changements de processus d'une part, et les changements organisationnels d'autre part. La discussion que propose cette première partie peut bien entendu être étendue à d'autres TIs/SIs et elle va plus loin que les théories de la *business value* des TIs que proposent plusieurs travaux récents et influents¹⁰ en MSI (ex. Hitt & Brynjolfsson, 1996 ; Melville *et al.*, 2004 ; Kohli & Grover, 2008 ; Schryen, 2013 ; Grover *et al.*, 2018). Plusieurs propositions testables complètent l'analyse théorique que propose cette partie qui souligne aussi plusieurs insuffisances et questions de recherche que pourront adresser des travaux futurs. Les deux parties suivantes que propose le manuscrit examinent deux de ces questions de recherche, en lien avec les deux dimensions soulignées pour la valeur de l'IoT pour les organisations.

La deuxième partie du manuscrit explore ainsi une première principale dimension de la valeur de la technologie pour les organisations identifiée dans la première partie, en l'occurrence la dimension des changements organisationnels. Elle investigate en particulier les changements de Business Model (BM) dans le cadre de l'usage de l'IoT. Les changements de BM représentent en effet une forme de valeur de la technologie pour les organisations (Gregor *et al.*, 2006 p.252), et une sous-dimension des changements organisationnels. La question de recherche qu'examine cette partie est donc la suivante : *Comment se mettent en place les changements du Business Model dans le cadre de l'usage de l'IoT ?* Cette question renvoie à la question de recherche 5c (à voir plus loin dans le manuscrit) que soulève la première partie ; elle concerne le mécanisme du changement. Pour répondre à cette question, l'étude mise en œuvre dans cette partie s'appuie sur un cadre théorique qui explique les changements

¹⁰ Comme Siponen *et al.* (2021), nous nous appuyons sur les nombres de citations que mentionne Google Scholar comme révélateur de l'influence de ces travaux. Par exemple, au 22 septembre 2021, Melville *et al.* (2004) enregistrent plus de 4300 citations, Hitt & Brynjolfsson (1996) plus de 2200 citations, Kohli & Grover (2008) plus de 1200 citations, Schryen (2013) plus de 400 citations, Grover *et al.* (2018) plus de 400 citations également. En MSI, ces travaux comptent parmi les plus influents sur la thématique la valeur des TIs et sont publiés dans des revues de référence de la discipline.

de BM réalisés dans le cadre de l'usage de l'IoT. En plus de recouper une partie de la discussion que présente la première partie, le cadre théorique sur lequel s'appuie cette étude éclaire plus généralement le changement de Business Model en MSI et dans d'autres disciplines du management où plusieurs académiques (ex. Foss & Saebi, 2017 ; Pateli & Giaglis, 2004) pointent une insuffisance des fondements théoriques des travaux investiguant ce phénomène d'intérêt. L'étude développe aussi au niveau méthodologique une nouvelle procédure de méta-analyse qui complète les procédures classiques existantes (voir Combs *et al.*, 2019 pour un aperçu).

La troisième et dernière partie du manuscrit explore l'autre principale dimension de la valeur de l'IoT pour les organisations telle que conceptualisée dans la première partie, en l'occurrence les reconfigurations et changements de processus. À cet effet, elle s'appuie sur le contexte manufacturier¹¹ où elle examine la manière dont les organisations manufacturières reconfigurent ou font évoluer leurs processus opérationnels. Parce que ces organisations comptent parmi les plus importants utilisateurs de l'IoT¹², elles représentent un contexte empirique fort intéressant pour examiner les impacts de cette technologie. La question de recherche qu'adresse cette partie du manuscrit est la suivante : *Comment les organisations reconfigurent-elles leurs Stratégies Industrielles dans le cadre de l'usage de l'IoT pour améliorer leurs performances opérationnelles ?* Une telle question renvoie à la question de recherche 3 (à voir plus loin dans le manuscrit) que soulève la première partie ; elle concerne la reconfiguration des processus. Puisque les reconfigurations et changements de processus s'effectuent parfois en lien avec les changements organisationnels, l'étude que propose la

¹¹ Nous préférons le terme « manufacturier » au terme « industriel » parce que le premier est plus précis que le second. La notion d'industrie est en effet plus large car elle peut renvoyer à toute activité économique assimilable à l'industrie (dictionnaire Larousse, version online consultée le 22 octobre 2021, accessible à l'adresse larousse.fr/dictionnaires/francais). Il est ainsi possible de parler de l'industrie du tourisme, de l'industrie des loisirs, de l'industrie de la musique, etc. En revanche, les activités manufacturières renvoient exclusivement à des activités de production de biens matériels par la transformation de matières premières, des activités mobilisant des machines de production.

¹² Voir par ex. Fortier *et al.* (2019) de Capgemini dans une étude intitulée « 5G in industrial operations ».

troisième partie répond aussi, dans une certaine mesure, à la question de recherche 6a soulevée dans la première partie concernant les changements du design organisationnel. Cette étude contribue aussi dans une certaine mesure à répondre à la question de recherche 12a que présente la deuxième partie. En effet, les changements de certains aspects du BM (ex. la création et la production de l'offre à présenter au marché) peuvent concerner les processus opérationnels. En d'autres termes, la dernière partie du manuscrit alimente les analyses proposées dans les deux précédentes parties. En examinant dans cette partie la question de recherche susmentionnée, nous contribuons aussi à répondre à l'appel récent de plusieurs académiques (ex. Baiyere *et al.*, 2021 ; Holmström *et al.*, 2019 ; Koh *et al.*, 2019 ; Olsen & Tomlin, 2020) qui soulignent la nécessité de repenser les théories classiques mobilisées pour analyser la manière dont les organisations, notamment de l'industrie manufacturière, exploitent leurs ressources et compétences dans le cadre de l'usage de technologies comme l'IoT qui offrent de nouvelles perspectives. Nous discutons donc au plan théorique de l'impact de cette technologie sur les leviers opérationnels de la Stratégie Industrielle et leurs processus sous-jacents. Dans cette perspective, nous proposons une nouvelle structuration du contenu de la Stratégie Industrielle. Plus globalement, nous développons un cadre théorique étendu permettant d'éclairer la manière dont l'usage de l'IoT conduit à des changements de processus et ensuite à une amélioration des performances opérationnelles. Ce dernier aspect renvoie à l'une des formes de la valeur de la technologie pour les organisations (précisément la valeur économique) dont nous discutons dans la première partie du manuscrit.

L'objectif de recherche et l'architecture du manuscrit présentés, nous discutons dans la suite de l'IoT en tant que concept (Baiyere *et al.*, 2021 p.557).

1.2 L'Internet des Objets (IoT) : de la technologie à la prise en compte théorique en MSI

La littérature récente (Adamopoulos *et al.*, 2021 ; Baiyere *et al.*, 2021 ; Boehmer *et al.*, 2020 ; Côte-Real *et al.*, 2020 ; Oberländer *et al.*, 2018 ; Velsberg *et al.*, 2020) présente l'IoT comme

une technologie disruptive émergente et populaire auprès des organisations, et dans la société en général. Elle offre aux organisations des possibilités sans précédent pour adresser de nouveaux marchés, développer des innovations, réaliser des changements, s'adapter aux comportements changeant des clients (Baiyere *et al.*, 2021 ; Steininger, 2019). Elle est perçue comme une source potentielle « de nouvelles formes de valeur sans précédent, en apportant des changements fondamentaux à la façon dont les entreprises et les industries opèrent, ainsi qu'un impact potentiellement significatif sur la société au sens large » (Prince *et al.*, 2014 p.106-107). À cet égard, l'IoT est considéré comme une innovation stratégique ouverte. C'est-à-dire qu'il correspond à une nouvelle donne permettant aux organisations de réaliser une croissance élevée et de générer davantage de valeur grâce aux opportunités qu'ouvre son usage concernant la redéfinition de leurs marchés, clients, approches opérationnelles et Business Models (Prince *et al.*, 2014). Cependant, définir exactement ce qu'est l'IoT, ce qu'il recouvre ou intègre reste une entreprise délicate et difficile, car l'IoT peut être considéré comme un terme global et parapluie pouvant concerner plusieurs technologies évolutives (Oberländer *et al.*, 2018). Dans cette section, nous tentons donc, suivant une approche holistique, de définir l'IoT en tant que concept. La définition proposée est adaptée particulièrement au contexte d'usage de l'IoT dans les organisations, où les praticiens préfèrent parfois le terme IIoT (Industrial Internet of Things). Ensuite, nous discutons du positionnement de l'IoT par rapport aux TIs classiques. Suite à cette discussion, nous exposons brièvement le développement historique de la technologie ainsi que les architectures actuelles souvent déployées. Nous présentons également les potentielles parties prenantes de l'écosystème de l'IoT en fonction de la feuille de route de l'organisation pour aboutir à un usage réel de la technologie.

1.2.1 Cerner l'IoT

Bien qu'il n'y ait pas de définition universellement acceptée (Baiyere *et al.*, 2021 ; Li *et al.*, 2015 ; Whitmore *et al.*, 2015), quelques caractéristiques essentielles de l'IoT peuvent être soulignées : 1- un réseau d'artéfacts physiques ; 2- une connectivité internet s'appuyant sur des normes de communication filaire ou non et reliant entre eux les artéfacts¹³ ; 3- la collecte et l'échange de données au sein du réseau (Baiyere *et al.*, 2021 ; Oberländer *et al.*, 2018 ; Santos *et al.*, 2017 ; Velsberg *et al.*, 2020). Ces caractéristiques reflètent le principe fondamental de l'usage de l'IoT dans le contexte organisationnel, c'est-à-dire s'appuyer sur la connectivité réseau reliant les artéfacts les uns aux autres, l'échange et le traitement des données pour répondre à une grande variété de besoins des organisations, tels que l'amélioration des processus, l'accroissement de la productivité, la modularité de l'infrastructure et l'agilité organisationnelle (Akhtar *et al.*, 2018 ; Velsberg *et al.*, 2020). Pour faire simple, l'IoT fait référence à des artéfacts physiques identifiables qui embarquent des capacités électroniques et informatiques, c'est-à-dire des capteurs et des actionneurs, des logiciels. Ces artéfacts physiques sont reliés entre eux grâce à une connectivité réseau leur permettant d'échanger des données, avec une faible consommation d'énergie (Adamopoulos *et al.*, 2021 ; Baiyere *et al.*, 2021). Dans le contexte organisationnel sur lequel se focalise notre recherche doctorale, en particulier l'environnement manufacturier qui sera exploré dans la 3^{ème} partie, l'IoT correspond souvent à des capteurs et des actionneurs (natifs à l'équipement ou montés ultérieurement) connectés au réseau internet industriel (filaire ou non) pour collecter des données qui sont stockées localement (en périphérie de réseau) ou dans un cloud distant. Ces données sont ensuite traitées, analysées et récupérées sur des plateformes et des artéfacts de gestion des opérations pour permettre la prise de décisions, généralement en temps réel ou quasi réel, concernant plusieurs aspects comme la planification

¹³ Les artéfacts peuvent être considérés comme des « objets produits et ayant une forme et des limites clairement discernables, comme un programme informatique, un téléphone mobile, ou un iPod » (Alter, 2008 p.454-455).

de la production, le contrôle qualité, la maintenance des actifs et équipements, la gestion des ressources humaines, la gestion des achats, etc. L'IoT dans un environnement organisationnel et manufacturier peut également inclure des artefacts technologiques et physiques comme les casques de réalité augmentée ou virtuelle, les smartphones, les tablettes, etc. Alavian *et al.* (2020) proposent une illustration de ce schéma de l'IoT où ils décrivent un système baptisé PMA (*programmable manufacturing advisor*) permettant aux organisations d'automatiser la prise de décision en matière de production. Leur système s'appuie sur : 1- des *données IoT* alimentant de manière continue un modèle mathématique du système de production, 2- des *analyses* évaluant de manière autonome les systèmes pour quantifier les améliorations potentielles, et 3- une *optimisation* conseillant des voies optimales pour améliorer la productivité. Leur système PMA, expliquent-ils, est accessible via une application web installée sur site ou dans le cloud, et son usage ne nécessite aucune connaissance spécifique relative à l'ingénierie des systèmes de production ou à l'analyse des données. Ces caractéristiques rendent le système particulièrement adapté au pilotage des opérations et facilement utilisable par les membres de l'organisation en première ligne (ex. des opérateurs sur les chaînes de production). Chen *et al.* (2018) proposent une autre illustration de la conceptualisation IoT décrite ci-dessus. Ils présentent quatre étapes : 1- l'*étape d'acquisition* des données, où les capteurs installés sur les machines mesurent la consommation d'énergie en temps réel et collectent des données de fonctionnement qui sont prétraitées par les PC industriels et le système de surveillance de la consommation d'énergie installés sur chaque équipement de production ; 2- l'*étape de transmission* des données, où les données collectées au niveau de la précédente étape sont acheminées vers le niveau supérieur par le biais d'artefacts sans fil tels que des routeurs et des cartes ; 3- l'*étape du traitement* des données, où les données IoT collectées au niveau de la première étape sont traitées et analysées par des logiciels tels que le MES (*manufacturing execution system*) et l'EMMS (*energy monitoring*

and management system) ; 4- l'étape applicative, où les données traitées sont fournies aux utilisateurs comme les opérateurs machines, les planificateurs de production, les directeurs d'usine. Le schéma IoT décrit ci-dessus et qu'illustrent Alavian *et al.* (2020) et Chen *et al.* (2018) correspond à ce que Baiyere *et al.* (2021 p.557, 560) appellent un « *système IoT* » ou « *l'IoT global* ». Il présente l'IoT comme un enchevêtrement complexe d'artéfacts interconnectés par le biais d'un réseau, des artéfacts pouvant aussi être reliés aux agents humains, avec des flux et des analyses de données importants au cœur du système, une meilleure réalisation des tâches, et une prise de décision améliorée comme objectifs. Il s'agit là d'une perception succincte, mais non exhaustive de l'IoT telle que nous la concevons dans ce travail doctoral. Conformément aux travaux de Baiyere *et al.* (2021), il peut toutefois être utile de distinguer ce concept d'IoT, également appelé système IoT ou IoT global, de « *la technologie IoT* » ou de « *l'IoT en tant qu'objet* ». La technologie IoT renvoie aux caractéristiques et capacités techniques sous-jacentes au système IoT présenté ci-avant et permettant aux objets ou « choses » de fonctionner au sein du système. L'objet est un artéfact physique unitaire ou une chose qui fonctionne au sein du système IoT. Néanmoins, pour faciliter notre analyse et notre discussion, nous utiliserons indifféremment dans le reste du manuscrit les termes « système IoT », « IoT global » et « technologie IoT ».

1.2.2 Positionner l'IoT par rapport aux TIs classiques

Bien que l'IoT et ses impacts suscitent déjà un intérêt croissant dans la littérature en MSI, depuis au moins l'émergence de la RFID, il peut être intéressant d'analyser les points communs avec la perception classique des TIs, mais aussi de souligner les différences. À cet égard, Baiyere *et al.* (2021) s'appuient sur quatre paramètres pour distinguer l'IoT d'une TI classique, qui peut être définie « comme un ensemble intégrant une combinaison de composants logiciels, matériels, bases de données et réseaux avec une capacité de traitement de l'information visant à permettre la réalisation de tâches individuelles, collectives et

organisationnelles » (Nevo *et al.*, 2009 p.224, 2010 p.833). Les quatre paramètres de comparaison que présentent Baiyere *et al.* (2021) sont 1- l'objectif à la conception, 2- le everywhere, 3- le recours aux données, et 4- la connectivité.

L'objectif à la conception. Alors que l'artéfact TI est délibérément conçu pour réaliser une tâche ou un processus informatique, l'artéfact IoT peut ne pas l'être. L'artéfact IoT peut en effet être un objet ordinaire conçu à l'origine pour répondre à un besoin non informatique. Toutefois, il peut être reconverti en intégrant des fonctionnalités TIs pour répondre à la fois à son objectif initial, et à un objectif additionnel informatique (Baiyere *et al.*, 2021 ; Whitmore *et al.*, 2015). Ainsi, alors que l'artéfact TI est principalement conçu pour répondre à un objectif informatique, l'artéfact IoT peut acquérir sa capacité TI ultérieurement en réorientant un objet ordinaire vers la satisfaction d'un besoin TI additionnel. Pour illustrer ce point, prenons les exemples d'une imprimante et d'une smartwatch (montre connectée). L'imprimante, en tant qu'artéfact TI, est délibérément conçue pour exécuter des processus informatiques tels que la réception d'un ordre d'impression (données), la réalisation de la tâche, et la communication de son état. Dans un schéma différent, l'objectif initial d'une montre est d'informer sur l'heure qu'il fait. Reconvertie, elle devient une smartwatch, un artéfact IoT intégrant d'une part l'objectif et la fonctionnalité originels d'une montre conventionnelle, et de manière additionnelle un objectif et une fonctionnalité informatiques grâce à la capacité à collecter, recevoir, traiter et transmettre les données physiologiques de son utilisateur.

Le everywhere. La littérature (Baiyere *et al.*, 2021 ; Nevo *et al.*, 2010 ; Whitmore *et al.*, 2015) nous rappelle qu'une TI intègre généralement quatre composants principaux, à savoir le matériel, les logiciels, les données et le réseau. Tous ces composants sont au cœur des TIs classiques, mais aussi des systèmes IoT, bien qu'il existe une différence majeure concernant la nature du matériel. Comme noté précédemment, le matériel des TIs classiques est conçu

pour répondre à un besoin informatique. Alors que ce n'est pas nécessairement le cas dans les systèmes IoT, où tout artefact physique peut être réaffecté vers un usage informatique. Baiyere *et al.* (2021) suggèrent en conséquence d'utiliser le terme « *everyware* »¹⁴ pour les systèmes IoT en lieu et place de *hardware*¹⁵, ce dernier correspondant davantage aux usages TIs conventionnels. En d'autres termes, tout objet ordinaire peut être transformé pour servir de matériel dans le système IoT, devenant ainsi un *everyware*. Reprenons les exemples de l'imprimante et de la montre évoqués précédemment. L'imprimante est un matériel TI classique conçu spécifiquement pour adresser un usage informatique. En revanche, la montre, un objet ordinaire, est transformée pour devenir un *everyware* capable de remplir à la fois son objectif initial, en l'occurrence donner l'heure, et un nouvel objectif informatique, collecter des données et guider le comportement de l'utilisateur.

Le recours aux données. La capacité à s'appuyer sur les données (aussi appelée capacité en termes de données¹⁶), via leur création ou leur collecte, est une condition essentielle pour parler d'IoT. Toutefois, cette condition préalable peut également être remplie par les TIs classiques (Baiyere *et al.*, 2021 ; Nevo *et al.*, 2010). Il est donc important de distinguer la capacité des systèmes IoT en termes de données de celle des TIs classiques. Pour l'IoT, la capacité en termes de données correspond à la capacité du système ou de l'artefact à s'appuyer sur sa fonctionnalité de détection pour collecter et traiter des données (relatives par ex. à la température, à l'humidité, au mouvement, à la quantité, etc.) de manière à acquérir une perception réelle de ce qui se passe¹⁷, acquérir une intelligence de l'environnement¹⁸, une connaissance phénoménologique (Whitmore *et al.*, 2015). Dans le même ordre d'idées, Monteiro & Parmiggiani (2019 p.168-169) affirment que la fonction de détection permet à

¹⁴ Emphase ajoutée. Contraction de « everyday object » et « hardware ».

¹⁵ Matériel

¹⁶ Data capability

¹⁷ Real-world awareness

¹⁸ Ambient intelligence

l'IoT de percevoir le monde réel d'une manière si riche qu'elle se rapproche de plus en plus de la capacité sensorielle humaine. En fonction des données qu'il collecte, le système ou l'artéfact peut interagir avec son environnement par le biais d'actionneurs pouvant émettre des signaux tels que du son, de la lumière, des ondes radio, etc. (Whitmore *et al.*, 2015). En outre, couplée à des actionneurs et à des fonctionnalités algorithmiques, la richesse des données recueillies et traitées par les systèmes IoT peut rendre les systèmes et artéfacts IoT autonomes. Par exemple, Oberländer *et al.* (2018) soulignent la capacité des artéfacts IoT à fonctionner comme des acteurs indépendants et égaux aux côtés des agents humains. Les TIs conventionnelles ne sont pas en mesure de fournir un tel niveau de capacité en termes de données. Revenons à nos exemples de l'imprimante et de la smartwatch. La montre connectée peut collecter une grande variété de données physiologiques de l'utilisateur (ex. le pouls, la fréquence cardiaque, le comportement sédentaire ou mobile, le mouvement physique, etc.) et guider le comportement quotidien de ce dernier (ex. encourager l'activité physique, alerter en cas de posture sédentaire trop longue, etc.). L'imprimante conventionnelle n'est en revanche pas conçue pour informer sur ce qui se passe dans son environnement. Elle ne peut transmettre que quelques paramètres de fonctionnement : sa tâche (imprimer), son statut (prête ou non), le niveau du bac à papier, le niveau d'utilisation de l'encre, etc.

La connectivité. Basée sur la composante réseau, la connectivité signifie que les artéfacts au sein du système ne fonctionnent pas de manière isolée. Comme le rappelle la définition proposée précédemment, ils sont reliés les uns aux autres et échangent des données. Néanmoins, les systèmes IoT se distinguent des TIs conventionnelles par la variété des réseaux sur lesquels ils peuvent s'appuyer. En effet, les réseaux utilisables par les systèmes IoT comprennent plusieurs options (Atzori *et al.*, 2010 ; Li *et al.*, 2015 ; Vishwakarma *et al.*, 2020) allant des technologies de réseau local (ex. Wi-Fi, Ethernet, Bluetooth) aux technologies de réseau étendu (ex. NB-IoT, LoRa, 4G/5G). Si les TIs conventionnelles

peuvent s'appuyer sur les mêmes catégories en termes de réseau, les options disponibles sont plus restreintes (ex. Wi-Fi, Ethernet, Bluetooth, 4G/5G, satellite). En d'autres termes, l'IoT offre davantage d'options de connectivité. Ce large éventail d'options de connectivité permet à l'IoT de répondre à des besoins opérationnels plus larges et plus variés que les TIs classiques, notamment dans les organisations et les environnements manufacturiers. Dans ces environnements, les usages comme le suivi et la localisation/traçabilité des mouvements d'un artefact physique à l'intérieur de l'usine, la surveillance en temps réel ou quasi réel des processus, ne peuvent être adressés par exemple avec les réseaux opérés par les TIs classiques.

Aux quatre paramètres de comparaison que mentionnent Baiyere *et al.* (2021), nous pouvons ajouter un cinquième que mettent en exergue Baskerville *et al.* (2020), à savoir la capacité de l'IoT à créer ou à façonner la réalité physique, au lieu de simplement la refléter comme dans le cas des TIs classiques. Nous baptisons ce cinquième paramètre « *façonnabilité* »¹⁹.

La façonnabilité. Selon Baskerville et collègues, les anciennes TIs sont conçues pour représenter ou refléter le monde réel, celui qui existe déjà ou qui est attendu. Ces anciennes TIs « ne fabriquent pas le monde – elles fournissent simplement des informations qui pourraient être utiles aux humains pour façonner le monde » (p.509). Les trois premières ères dans l'évolution historique des SIs décrites ci-dessus correspondent potentiellement à cette lecture des usages des TIs classiques. Cela contraste avec les technologies ubiquitaires comme l'IoT, largement diffusées et utilisées dans la quatrième et actuelle ère de l'évolution des SIs. En plus de pouvoir refléter la réalité mieux que les TIs conventionnelles (voir Monteiro & Parmiggiani, 2019 ; Whitmore *et al.*, 2015), les caractéristiques de ces technologies plus récentes permettent de créer en premier la version numérique de la réalité, puis, au besoin, de la dupliquer ensuite dans le monde physique (Baskerville *et al.*, 2020

¹⁹ Shapability, qui est une contraction de « shape » et « ability ».

p.509). Autrement dit, la transposition physique de la réalité numérique créée à l'aide de ces technologies n'est pas nécessaire. La réalité numérique peut se suffire à elle-même. Ces technologies permettent également de fusionner monde numérique et monde physique, de sorte que le physique n'est plus que le prolongement du numérique et réciproquement. Baskerville *et al.* (2020) qualifient cette perspective qu'offrent les technologies digitales émergentes telles que l'IoT de renversement ontologique. Ils soulignent qu'une telle perspective appelle un changement de paradigme où le numérique peut être considéré comme la réalité principale, et parfois unique, ou au moins un effacement des frontières entre les mondes numérique et physique. Dans le contexte particulier de l'IoT, le jumeau numérique illustre la manière dont cette technologie ubiquitaire peut façonner la réalité, notamment dans les environnements manufacturiers. Le jumeau numérique peut être défini comme une « représentation virtuelle d'un système physique (et de son environnement et de ses processus associés) qui est mise à jour par l'échange d'informations entre les systèmes physiques et virtuels » (VanDerhorn & Mahadevan, 2021). Comme le suggère cette définition, la mise en œuvre du jumeau numérique s'appuie sur trois composantes, à savoir une réalité physique, une représentation virtuelle de cette réalité dans l'espace numérique, et les connexions de données et d'informations reliant les deux réalités. Il faut noter que la représentation numérique s'appuie sur les données fournies au système par l'infrastructure IoT. À première vue, le jumeau numérique ne correspond pas à la perspective mise en avant par Baskerville et collègues. Cependant, ces académiques mentionnent l'inversion temporelle, par exemple dans la façon dont les produits sont fabriqués, comme un descripteur de la façon dont le numérique façonne la réalité physique. Avec le renversement temporel, les produits sont d'abord créés dans l'espace numérique, puis fabriqués dans la réalité physique. Cette inversion temporelle est également possible avec le jumeau numérique dans le cadre de l'usage de l'IoT²⁰ où, par

²⁰ Voir les exemples présentés dans un article de presse publié le 24 mai 2021 sur lesechos.fr et titré « Demain, des usines pilotées par des jumeaux numériques ».

exemple, un processus de fabrication est créé, testé et évalué dans l'espace virtuel. La correspondance physique du processus peut ensuite être mise en œuvre si la version numérique démontre des performances satisfaisantes. Les versions numériques non transposées ensuite dans le monde physique restent alors uniquement numériques. Un autre exemple de cas d'usage du jumeau numérique est celui de la réparation et de la maintenance. Dans l'espace numérique, les équipements de fabrication sont soumis à différents scénarios de fonctionnement. Ensuite, le scénario présentant le plus faible niveau de défaillances sera déployé physiquement dans l'usine. Dans le même temps, la maintenabilité des équipements est testée, et les techniciens de maintenance sont formés sur des versions numériques. Revenons à nos exemples de la smartwatch et de l'imprimante. Sur la base des données physiologiques de l'utilisateur, et couplée à une application numérique dédiée, la smartwatch permet de définir un comportement cible considéré comme le plus bénéfique pour l'individu. Ce dernier peut alors mettre en œuvre ce comportement sous le contrôle de la smartwatch. L'imprimante ne peut fournir une telle façonnabilité ou une telle inversion temporelle.

La discussion comparative proposée ici suggère que l'IoT présente plusieurs distinctions par rapport aux TIs conventionnelles et propose des capacités plus étendues (Vishwakarma *et al.*, 2020 p.103). L'IoT correspond ainsi à une « nouvelle version » de TIs (Li *et al.*, 2015 p.244), un « niveau disruptif de l'innovation » en comparaison des TIs classiques (Atzori *et al.*, 2010 p.2788). Comme les TIs conventionnelles, l'IoT s'appuie sur quatre composantes essentielles. Toutefois, ces composantes sont étendues en ce qui concerne l'IoT pour offrir de nouvelles opportunités et perspectives ainsi que la capacité de façonner le monde physique. De même, l'IoT permet de répondre à la fois à des objectifs opérationnels et informatiques, quand les TIs conventionnelles n'adressent que des objectifs informatiques. Cependant, comme les TIs classiques, l'IoT opère en support au système d'activités de l'organisation pour soutenir, améliorer, modifier les processus et les opérations. En conséquence, l'IoT doit être considéré

comme une partie intégrante du système d'information de l'organisation, qui est « consacré au traitement de l'information, c'est-à-dire à la capture, à la transmission, au stockage, à la récupération, à la manipulation et à l'affichage de l'information » (Alter, 2008 p.451). Plus généralement, les SIs font référence à « un système dans lequel les participants humains et/ou les machines effectuent un travail (processus et activités) en utilisant de l'information, de la technologie et d'autres ressources pour produire des produits et/ou des services informationnels pour des clients internes ou externes » (Alter, 2008 p.451). Comme on peut le constater, la définition que présente Alter (2008) pour le SI de l'organisation recoupe celle de l'IoT. Il pourrait même être affirmé que sur le plan strictement conceptuel, le système IoT, encore appelé IoT global, correspond pleinement à la définition du SI. Les deux se focalisent sur les participants humains, les clients internes, la collecte et le traitement des données et des informations, et l'usage de technologies. Toutefois, l'IoT va plus loin en étant par exemple capable de fonctionner de manière autonome, sans intervention humaine ou avec une faible participation des agents humains (voir Oberländer *et al.*, 2018). L'IoT est en outre capable de façonner la réalité physique grâce à l'inversion temporelle. Il convient de noter qu'un fonctionnement autonome n'est pas synonyme d'une exclusion complète des participants humains du système. Si les interventions humaines intermédiaires peuvent devenir inutiles et donc être supprimées, les produits informationnels finaux du système continueront d'être fournis au moins aux clients internes comme les stratèges et les décisionnaires. Pour revenir à la comparaison entre l'IoT et les TIs classiques, et pour les besoins de l'analyse proposée dans le reste du manuscrit, l'IoT sera considéré comme faisant partie du SI de l'organisation au même titre que les TIs classiques. Mais, bien que tous deux soutiennent le système d'information de l'organisation, l'IoT apporte des capacités en termes de données et d'informations sans précédent aux SIs, leur permettant de contribuer davantage à la concrétisation de la valeur pour les organisations que les TIs classiques. Dans la section

suivante, nous présentons brièvement les technologies pouvant être mobilisées pour mettre en place des systèmes IoT.

1.2.3 Développements technologiques et technologies utilisables

Le concept d'IoT trouve son origine dans les travaux fondateurs de Marc Weiser, du Xerox PARC²¹, sur l'informatique ubiquitaire. Ce chercheur avait en effet suggéré le terme d'informatique ubiquitaire en 1988 pour baptiser son idée selon laquelle, à l'avenir, « les TIS seraient intégrées à des objets de tous les jours, seraient utilisées pour soutenir les activités quotidiennes et seraient également utilisables dans notre travail, pour la gestion de nos foyers, et pour jouer. ... L'essence de la vision de Weiser est que les processeurs mobiles et intégrés peuvent communiquer entre eux et avec l'infrastructure environnante, en coordonnant de manière transparente leur fonctionnement pour fournir un soutien à une grande variété de pratiques professionnelles quotidiennes » (Want²², 2010 p.4). Cependant, la première matérialisation de cette vision avait été réalisée quelques années plus tôt, en 1982, à l'université Carnegie Mellon, où un distributeur automatique de Coca-Cola a été connecté à Internet, devenant ainsi le premier objet ordinaire à passer par le réseau Internet (Ardito *et al.*, 2018 p.318). Dix ans après l'apparition de l'informatique ubiquitaire, le terme connexe « *Internet of Things* » a été suggéré par Kevin Ashton de l'Auto-ID Center du MIT en 1998. L'idée de Kevin Ashton et de ses collègues de l'Auto-ID Center « est de créer un « monde intelligent », c'est-à-dire une infrastructure intelligente reliant objets, informations et personnes physiques grâce au réseau informatique – formant la base d'un nouvel « Internet des Objets » ... Cette nouvelle infrastructure permettra la coordination universelle des ressources physiques grâce à la surveillance et au contrôle à distance par les humains et les machines » (Brock²³, 2001 p.5). Comme on peut le constater, la logique fondamentale sous-

²¹ Palo Alto Research Center

²² Roy Want fut l'un des collègues de Mark Weiser au PARC.

²³ Brock fut l'un des collègues de Kevin Ashton à l'Auto-ID Center.

jacente à l'IoT depuis son origine persiste aujourd'hui et peut être incorporée à la discussion ci-dessus concernant les caractéristiques distinctives entre les TIs classiques et l'IoT.

Pour les technologies pouvant être utilisées pour mettre en place un système IoT, Mark Weiser et ses collègues ont considéré, dans leurs travaux fondateurs, des technologies comme la RFID, l'infrarouge, le réseau filaire (voir Weiser, 1991). De même, Kevin Ashton et ses collègues de l'Auto-ID Center se sont particulièrement appuyés sur la RFID pour conceptualiser l'IoT. Depuis, une grande variété de technologies IoT ont été développées et sont utilisables pour répondre à une grande variété de besoins organisationnels.

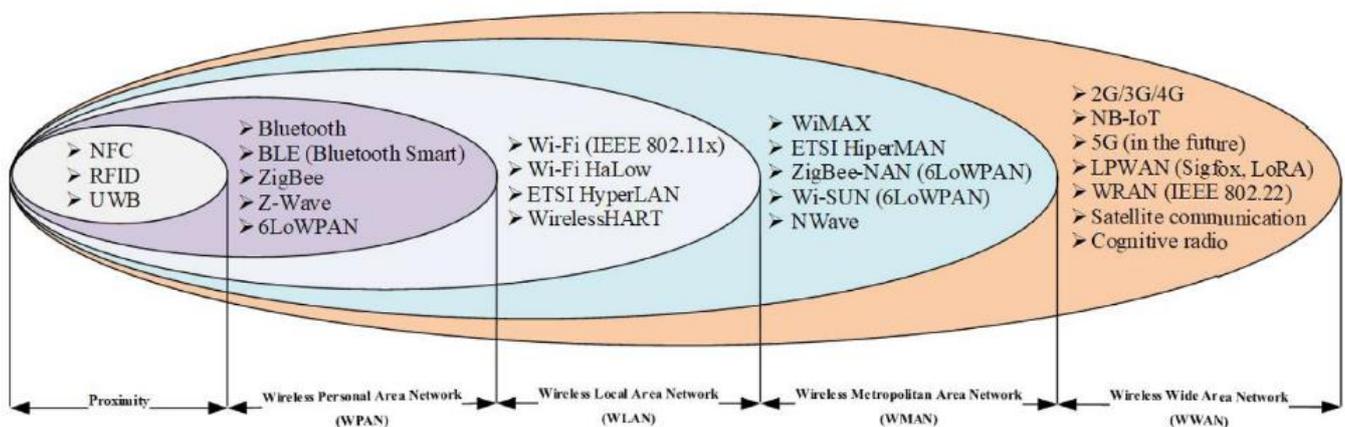


Figure 1.2 : Les technologies réseau sans fil utilisables pour l'IoT (source : Čolaković & Hadžialić, 2018 p.22)

À proprement parler, trois grandes catégories de technologies sont au cœur de l'IoT (Vishwakarma *et al.*, 2020 p.104-105). 1- Les *technologies d'acquisition de données*, qui permettent de collecter les données. Il s'agit, par exemple, de la RFID (identification par radiofréquence), de l'EPC (code produit électronique), des capteurs, etc. 2- Les *technologies de mise en réseau*, qui permettent d'intégrer les artefacts physiques dans le système et d'acheminer ou transporter les données collectées. Il s'agit, par exemple, du Bluetooth, de la RFID, du WiFi, du LoRa, du LTE-M, etc. Au sein de cette deuxième catégorie, on distingue souvent plusieurs sous-catégories en fonction de la taille de la zone pouvant être couverte (réseaux locaux vs réseaux étendus), de l'énergie nécessaire pour fonctionner (technologies à faible consommation d'énergie vs technologies à plus forte consommation d'énergie), de

l'utilisation d'une infrastructure filaire ou sans fil. La Figure 1.2 présente quelques-unes des technologies réseau IoT pouvant être classées dans les sous-catégories mentionnées. La figure illustre particulièrement la grande variété de technologies sans fil pouvant être mobilisées. 3- Les *technologies de gestion des données*, qui permettent le stockage, le traitement et l'exploitation des données IoT collectées. Il s'agit, par exemple, des logiciels et des applications de cloud, d'analyse et de gestion opérationnelle, etc.

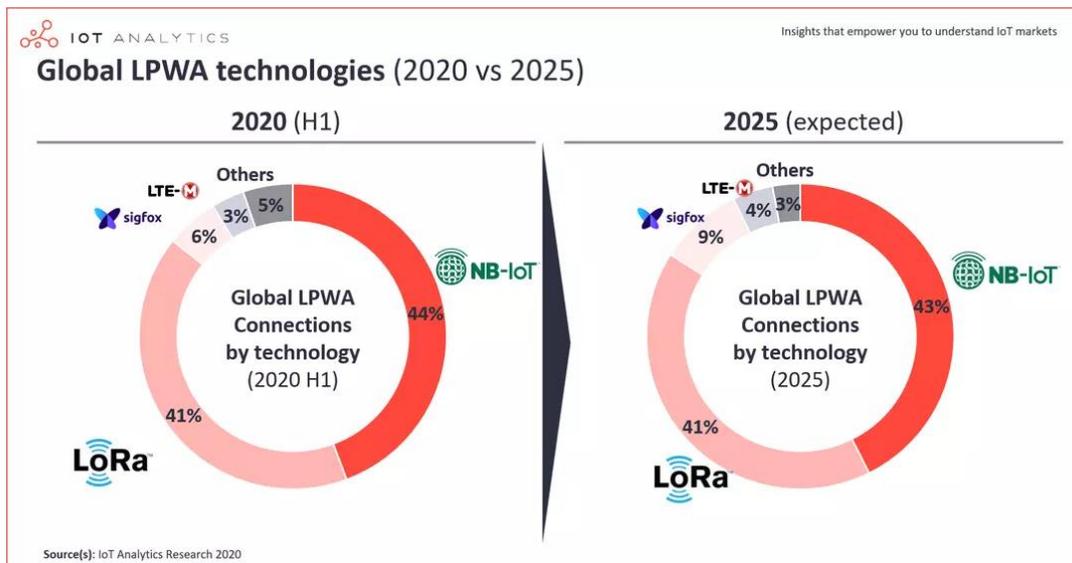


Figure 1.3 : Les parts de marché des technologies LPWAN (source : IoT Analytics, estimation publiée le 19 novembre 2020)

Dans la sous-catégorie WWAN sur la Figure 1.2, les technologies à faible consommation²⁴ (LoRa, Sigfox, etc.) attirent l'attention des praticiens et gagnent en popularité dans l'industrie manufacturière où elles sont particulièrement adaptées au suivi – localisation/traçabilité, un cas d'usage parmi les plus fréquents et importants dans cet environnement selon la presse spécialisée²⁵. Néanmoins, dans cette sous-catégorie, certaines technologies semblent être davantage considérées que les autres. Par exemple, et comme le suggère la Figure 1.3, LoRa et NB-IoT semblent être davantage utilisés que Sigfox, selon une estimation d'IoT Analytics pour le premier semestre 2020.

²⁴ LPWAN: low power wide area network.

²⁵ Voir l'exemple d'Airbus que présente un article publié sur lesechos.fr le 28 juin 2017 et titré « Airbus digitalise la fabrication et la logistique ».

1.2.4 Les tierces parties pouvant être impliquées

Mettre en œuvre la feuille de route de l'organisation en termes d'introduction et d'usage de l'IoT pour atteindre les objectifs fixés requiert souvent de s'appuyer sur plusieurs parties prenantes externes comme les associations industrielles, les fournisseurs de technologies, les consultants, les développeurs logiciels, les agences gouvernementales, etc. Quelques travaux récents se sont appuyés sur la littérature sur les écosystèmes pour examiner les potentielles tierces parties pouvant accompagner l'organisation dans l'introduction et l'usage réussis de l'IoT. Dans ce sens, Prince *et al.* (2014) décrivent un cas d'innovation IoT impliquant plusieurs organisations commerciales classiques, des fournisseurs de technologie, des unités de recherche universitaires et des organismes de normalisation. D'un autre côté, dans leur étude sur la conception et la mise en œuvre d'un Business Model dans le cadre de l'usage de l'IoT par une startup, Le *et al.* (2019) mettent en évidence que l'organisation étudiée s'appuie sur différentes parties prenantes venant de plusieurs industries, notamment des banques et organismes financiers, des entreprises immobilières, des promoteurs et des gestionnaires immobiliers. Dans le même ordre d'idées, Rong *et al.* (2015) soulignent l'implication de multiples parties dans la mise en œuvre de l'introduction et de l'usage de l'IoT, notamment le gouvernement, les développeurs et les clients. Parmi les travaux empiriques examinant la question des parties prenantes impliquées dans l'introduction et l'usage de l'IoT, l'étude de Papert & Pflaum (2017) est à notre connaissance la seule qui tente réellement de cartographier de manière exhaustive la diversité des potentielles parties prenantes externes (Figure 1.4). Leur étude identifie 18 potentiels partenaires et fournisseurs pouvant accompagner et soutenir une organisation dans son projet d'introduction et d'usage de l'IoT. Cela va du consultant qui accompagne l'organisation dès le départ, au fabricant d'objets et à l'intégrateur de logiciels. Chaque partie prenante identifiée peut potentiellement apporter à l'organisation une connaissance, une technologie, un actif, un support financier, etc. En d'autres termes, ils

complètent ladite organisation en lui fournissant diverses ressources qu'elle n'a pas, mais qui sont finalement nécessaires pour espérer introduire avec succès la technologie et tirer de la valeur de son usage.

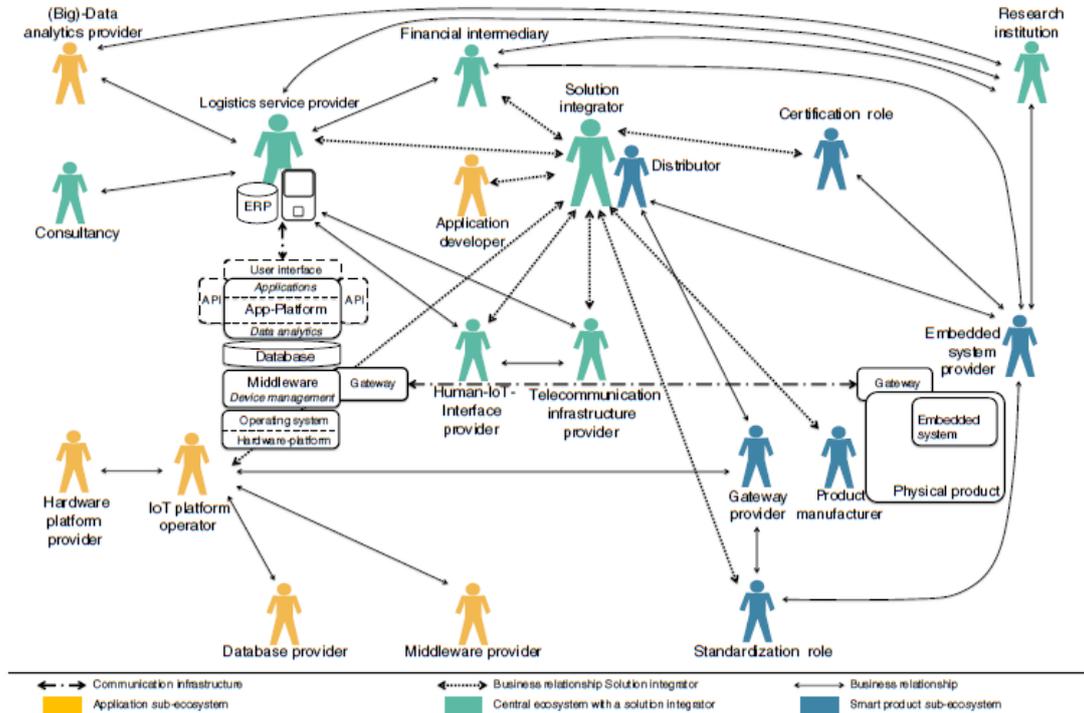


Figure 1.4 : La grande variété de potentielles parties prenantes à l'introduction et à l'usage de l'IoT (source : Pappert & Pflaum, 2017 p.183)

En conséquence, nous souhaitons mettre brièvement l'accent sur la notion de complémentarité. Elle reflète la mesure dans laquelle deux ou plusieurs facteurs peuvent fournir des rendements supérieurs lorsqu'ils sont utilisés en combinaison ou en interaction (Jacobides *et al.*, 2006). Bien que jouant un rôle crucial dans la capacité d'innovation des organisations ainsi que dans leur capacité à développer un avantage concurrentiel durable, la notion de complémentarité, et la gestion des ressources complémentaires, ont été très peu discutées de manière formelle²⁶ dans la littérature en management (Stieglitz & Heine, 2007) et en MSI, même si ces sujets bénéficient d'un intérêt croissant ces dernières années. Pourtant, le concept de complémentarité a été profondément examiné et développé depuis plus de trois

²⁶ Bien que la littérature en MSI ait déjà largement étudié certaines questions potentiellement relatives à la complémentarité, le terme apparaît très peu de manière formelle dans les travaux. Par exemple, l'innovation ouverte, les effets de réseau, l'absorptive capacity qui sont des thématiques très largement discutées dans notre discipline peuvent être reliées au concept de complémentarité. Mais les travaux mobilisant ces axes de recherche convoquent rarement l'approche théorique de la complémentarité.

décennies par Teece dans son article de référence de 1986, où il explique que les ressources complémentaires contribuent à accroître la valeur pouvant être tirée des innovations technologiques. « Ne pas tenir compte des complémentarités entraîne une perte de création de valeur, de revenus et, en fin de compte, de bénéfices pour l'entreprise, car elle ne parvient pas à réaliser son plein potentiel » (Stieglitz & Heine, 2007 p.3). Pourquoi est-ce important ici ? Comme mentionné ci-dessus, réussir l'introduction et l'usage de l'IoT, et en tirer de la valeur requiert des actifs et des ressources que l'organisation ne possède pas ou ne contrôle pas. Supposons que l'entreprise ait réussi l'acquisition de la technologie IoT. Encore faut-il qu'elle puisse accéder aux technologies et ressources complémentaires non détenues mais indispensables pour que l'IoT soit intégré avec succès dans les routines et participe pleinement au système d'activités. En général, l'organisation accède via des licences²⁷ à des ressources cloud complémentaires et indispensables pour stocker et gérer les données collectées par les capteurs, accéder à des logiciels d'analyse pour traiter les données IoT, accéder à des logiciels de visualisation pour monitorer les processus, etc. Il est impossible de tirer de la valeur de l'usage de l'IoT sans un accès à ces ressources complémentaires et externes fournies par des tiers. Par conséquent, les ressources complémentaires externes sont essentielles dans la feuille de route de l'usage de l'IoT. Envisager l'usage de l'IoT sans ces ressources externes conduira invariablement à une faible réalisation de la valeur, voire à un échec. La littérature distingue différents types de complémentarité. Toutefois, pour les besoins de notre propos dans ce manuscrit, nous nous appuyerons principalement sur Jacobides *et al.* (2018) et Teece (2018a). Jacobides et collègues mettent l'accent sur deux principaux types de complémentarité. 1- La *complémentarité unique*, qui se manifeste par le fait que le facteur A ne fonctionne pas sans le facteur B, ou que le facteur A est maximisé en présence du facteur B. 2- La *complémentarité supermodulaire*, qui peut être résumée par le fait qu'une plus

²⁷ La pratique de tarification souvent observée pour les technologies accessibles dans le cloud (Infrastructure-as-a-Service, Platform-as-a-Service, Software-as-a-Service) est le « pay-as-you-use », c'est-à-dire une facturation de l'usage réel uniquement.

grande quantité de B augmente la valeur de A. L'argumentation développée dans cette section correspond plutôt au type unique, car tirer de la valeur de l'usage de l'IoT requiert de manière importante les compléments de plusieurs tiers. D'autre part, les travaux de Teece (2018a) décrivent six types de complémentarité, dont les compléments technologiques et les compléments innovationnels, que nous convoquons pour notre analyse. La complémentarité technologique reflète la nécessité de la technologie B pour tirer pleinement de la valeur de la technologie A. La complémentarité innovationnelle reflète le fait que les améliorations de la technologie B augmentent la productivité de la technologie A. Ces aspects sont discutés de manière plus étendue plus loin, dans la première partie.

Potentiels fournisseurs de compléments technologiques et innovationnels	Autres potentiels fournisseurs de compléments
Intégrateur de solution	Intermédiaire financier
Institut de recherche	Consultant
Fournisseur d'infrastructure de télécommunication	Distributeur
Fournisseur d'interface humain-IoT	
Fabricant du produit	
Fournisseur de système embarqué	
Fournisseur de passerelle	
Organisme de normalisation	
Organisme de certification	
Opérateur de plateforme IoT	
Fournisseur de plateforme hardware	
Fournisseur de middleware	
Fournisseur de base de données	
Développeur d'applications	
Fournisseur de solutions d'analyse de données	

Tableau 1.2 : Potentiels fournisseurs de compléments indispensables à l'introduction et à l'usage de l'IoT (adapté de Papert & Pflaum, 2017)

Appliqué aux tiers qu'identifient Papert & Pflaum (2017), et en réanalysant leurs résultats (p.178-182), on peut suggérer que tous les partenaires externes mis en évidence dans cette étude empirique correspondent au type unique de complémentarité. En revanche, en partant de la classification de Teece (2018a), une grande partie des tiers présentés correspond à la catégorie des fournisseurs de compléments technologiques et innovationnels, comme le présente le Tableau 1.2. La brève ouverture ici sur la complémentarité clôt notre discussion sur la caractérisation de l'IoT. Dans la section suivante, nous présentons ce que nous entendons par usage de l'IoT dans le cadre de ce travail doctoral.

1.3 L'usage de l'IoT : à quoi cela correspond-t-il ?

Depuis le début du manuscrit, le terme « usage de l'IoT » a souvent été utilisé. Dans cette section, nous faisons la lumière sur ce qu'il recouvre en nous appuyant sur la littérature sur l'adoption et l'assimilation des TIs. L'axe de recherche adoption – assimilation des TIs a une longue tradition dans la discipline du MSI (Wei *et al.*, 2015 ; Wright *et al.*, 2017) où la distinction entre les deux notions est souvent soulignée. Au sens strict, l'adoption est définie « comme l'achat ou l'acquisition physique de l'innovation » alors que l'assimilation fait référence au déploiement de ladite innovation et à son usage (Fichman & Kemerer, 1999 p.256). En conséquence, l'assimilation est définie comme « le degré selon lequel l'usage de la technologie se diffuse à travers les projets de l'organisation, ou les processus de travail, et est routinisé dans la réalisation des activités de ces projets et processus » (Purvis *et al.*, 2001 p.121). La littérature en MSI (Wei *et al.*, 2015 ; Wright *et al.*, 2017 ; Zhu *et al.*, 2006) présente souvent les deux notions comme des étapes d'un continuum qui en comporte trois. 1- *L'étape d'initiation ou de pré-adoption*, au cours de laquelle l'organisation découvre et prend connaissance d'une TI et évalue son utilité pour ses activités. 2- *La phase d'adoption*, où la décision d'acquisition et d'usage initial est prise. 3- *La phase d'assimilation*, au cours de laquelle la TI est déployée à grande échelle, largement utilisée au sein de l'organisation, profondément intégrée au système d'activités, et devient une partie intégrante des processus et des opérations de la chaîne de valeur. Autrement dit, elle est routinisée. Wei *et al.* (2015 p.629) définissent l'assimilation comme « la mesure dans laquelle une entreprise a progressé à travers les étapes du déploiement de l'innovation, de la sensibilisation et de l'adoption initiales au déploiement général ou à la routinisation ». En considérant ces définitions, le terme « usage des TIs » correspond donc à l'assimilation de la technologie ou de l'innovation. Parler d'usage des TIs signifie alors faire référence à une technologie déployée à grande

échelle et profondément intégrée au système d'activités. C'est le sens auquel nous nous référons tout au long du présent manuscrit.

En nous appuyant sur l'analyse ci-dessus et sur l'approche des SIs capacitantes (Peppard & Ward, 2004) à l'ère actuelle de l'informatique ubiquitaire, nous considérons que l'usage de l'IoT reflète la mesure dans laquelle une organisation déploie cette technologie à grande échelle, l'exploite en profondeur et la mobilise en combinaison avec ses propres caractéristiques (ex. connaissances, compétences et comportement de ses membres, réseaux informels internes et relations personnelles, structure organisationnelle, procédures). Ainsi donc, l'usage de l'IoT, pour nous, correspond à une profonde routinisation, une intégration entière au système d'activités de l'organisation. Plusieurs académiques (Armstrong & Sambamurthy, 1999 p.305 ; Zhu *et al.*, 2006 p.601) soulignent que si la technologie n'est pas utilisée de manière intensive et routinisée dans les activités de la chaîne de valeur, l'impact et la valeur espérés, par exemple, l'obtention d'un avantage concurrentiel, ne pourront être concrétisés. Il convient de noter que, du point de vue du système IoT, ou IoT global, l'usage par l'organisation peut intégrer simultanément plusieurs technologies. En tenant compte de cet aspect, l'usage de l'IoT fait plutôt référence à une combinaison ou à un ensemble de technologies IoT exploitées progressivement ou simultanément en combinaison avec les caractéristiques de l'organisation, afin de mieux réaliser les activités et d'atteindre les objectifs visés. Nous utilisons parfois le terme « introduction de l'IoT » pour exprimer le même point de vue, bien que certains puissent percevoir l'introduction comme une simple adoption. De notre point de vue, l'introduction signifie l'intégration dans le système d'activités et la routinisation. Par conséquent, pour les besoins de notre analyse tout au long du manuscrit, les termes « usage de l'IoT », « introduction de l'IoT » et « introduction et usage de l'IoT » sont utilisés de manière interchangeable. L'usage de l'IoT étant précisément défini, nous allons maintenant aborder la dernière partie de l'introduction, c'est-à-dire le

design de la recherche, où les fondements philosophiques et l'approche de théorisation mobilisée sont discutés.

1.4 Design de la recherche

« Toute recherche est de la philosophie en action. Un manque d'attention et de compréhension de la philosophie peut rendre la recherche et ses résultats trompeurs ou d'une grande vacuité. La compréhension des questions philosophiques, d'autre part, peut aider les chercheurs en SI à s'assurer que leur travail est rigoureux et perspicace » (Hassan *et al.*, 2018 p.263). Cette forte assertion d'Hassan et collègues, presque une injonction, nous commande dans le cadre de cette recherche doctorale, de nous pencher sur la philosophie et d'explicitier très précisément les fondements philosophiques sous-jacents à nos réflexions et à notre travail de recherche.

1.4.1 Fondements philosophiques

L'une des questions fondamentales et fondatrices de toute recherche en MSI est « Que signifie « usage » ? » (Hassan *et al.*, 2018 p.263). Une question à laquelle nous avons tenté de répondre très sommairement dans la section précédente en explicitant de manière succincte ce à quoi correspond l'usage de l'IoT dans le cadre du présent manuscrit. Cependant, cette question est liée à plusieurs autres comme « Qu'est-ce que je recherche ? », « Qu'est-ce que la connaissance ? », « Qu'est-ce qui existe et peut être décrit ? », « Qui sont les personnes utilisant les SIs ? ». Ces questions complexes définissent la manière cohérente dont le chercheur en MSI effectue son travail et requièrent de convoquer la littérature en philosophie pour justifier l'approche de la recherche, puisque « la philosophie s'efforce de généraliser et par cet effort d'explorer la puissance d'un système cohérent de pensée » (Rowe, 2018 p.389). En effet, Rowe (2018) note que la philosophie permet de traiter de la complexité (p.385), ce que nous effectuons souvent en MSI en étudiant des phénomènes complexes. Rowe (2018)

ajoute à cet égard que « la philosophie influence toujours le travail de la SI », bien que la manière dont opère cette influence soit rarement explicitée (p.382).

Qu'est-ce donc la philosophie ? Répondre à cette question n'est pas simple (Pritchard, 2015 p.xii). Plusieurs académiques (Audi, 2006 p.325 ; Pritchard, 2015 p.xii) indiquent en effet qu'y répondre peut en soi être un exercice philosophique. Partant, Hassan *et al.* (2018 p.263) rappellent simplement sa signification littérale tirée de la langue grecque, c'est-à-dire l'amour de la sagesse ou de la connaissance. Audi (2006 p.325) suggère en revanche d'approcher la philosophie par ses principales sous-disciplines, en l'occurrence l'épistémologie, l'éthique, la logique, la métaphysique, l'histoire de la philosophie. Plus généralement, la philosophie peut être perçue comme une discipline traitant de la compréhension générale des valeurs et de la réalité par des moyens principalement spéculatifs plutôt qu'observationnels²⁸. Elle est une activité intellectuelle par excellence (Sinclair, 2008 p.1) dont le but est d'arriver à une compréhension générale du monde (Ragland & Heidt, 2001 p.5). Pour revenir au MSI, nous pouvons nous référer à Rowe (2018 p.388-389) qui suggère que la philosophie traite du discours critique, exprimé par l'argumentation (s'appuyant sur l'érudition, l'auto-exploration, l'ouverture d'esprit) et le dialogue (en s'ouvrant à de nouvelles perspectives et en évitant les impasses). Elle exige réflexivité et liberté. Rowe ajoute que lorsqu'on philosophe, il faut accepter qu'une réponse définitive ne puisse être obtenue. Rowe (2018) comme Hassan et collègues mentionnent aussi que la philosophie peut être subdivisée en plusieurs sous-disciplines. Hassan *et al.* (2018 p.265) en identifient principalement quatre, à savoir la métaphysique, l'axiologie, l'épistémologie et le raisonnement. Cela recoupe, dans une certaine mesure, les sous-disciplines qu'énumère Audi (2006). Dans la suite, nous nous

²⁸ Merriam-Webster.com/dictionary, consulté le 17 avril 2021. Merriam-Webster est un dictionnaire que convoquent plusieurs travaux académiques publiés dans des revues de référence. Parmi les travaux cités en référence dans ce manuscrit, Agarwal & Helfat (2009 p.282) et Rotolo *et al.* (2015 p.1829) par exemple convoquent ce dictionnaire pour définir des concepts clés de leurs analyses. En MSI des travaux récents comme Karhu *et al.* (2018 p.480) et Burns *et al.* (2019 p.1229) convoquent aussi ce dictionnaire pour définir des concepts.

focalisons sur la subdivision que proposent Hassan et collègues. Chaque sous-discipline traite d'un type de question, comme le résume le Tableau 1.3 (voir également Hassan *et al.*, 2018 p.265).

Sous-domaines	Questions pertinentes pour notre recherche doctorale
Métaphysique	Qu'est-ce que la valeur et quelle est sa nature ?
Axiologie	Quelle valeur faut-il valoriser ?
Epistémologie	Comment accédons-nous à la connaissance ?
Raisonnement	Comment devons-nous raisonner et proposer des arguments valides ?

Tableau 1.3 : Les sous-domaines de la philosophie et les questions y relatives dans le cadre de notre recherche doctorale (adapté de Hassan *et al.*, 2018)

Dans ce qui suit, nous discutons brièvement de chacun de ces quatre sous-domaines et nous soulignons comment ils sous-tendent notre réflexion et notre analyse tout au long du manuscrit.

1.4.1.1 La métaphysique : Qu'est-ce que la valeur ?

Première et plus ancienne sous-discipline de la philosophie (Koons & Pickavance, 2017 p.3), la métaphysique s'attache à répondre à la question « qu'est-ce que... » et propose une perspective contemplative d'un sujet d'intérêt (Hassan *et al.*, 2018 p.266). La contemplation, selon Aristote²⁹, est une activité de compréhension permettant de saisir l'essence d'une chose. Elle est donc une façon de faire de la recherche et d'effectuer une investigation scientifique (Korsgaard, 1986). « La métaphysique, ou première philosophie, est la branche de la philosophie qui s'intéresse à la nature de la réalité dans ses aspects les plus fondamentaux : l'existence, la relation entre le tout et les parties, l'espace, le temps, la causalité, la possibilité et la nécessité, la similitude et la dissemblance. Elle comprend l'ontologie, l'étude de ce qui existe, ainsi que l'étude des caractéristiques les plus générales de la réalité. Les métaphysiciens cherchent à comprendre la structure réelle et l'unité du monde et à cataloguer les manières dont ses parties sont liées les unes aux autres » (Koons & Pickavance, 2017 p.3).

²⁹ Dans son livre *Nicomachean Ethics* publié en 350 avant JC.

Dans une acception plus simple, la métaphysique correspond à l'étude de ce qui existe, de ce qu'est la réalité fondamentale ou ultime (Macdonald, 2005 p.3; van Inwagen, 2009 p.1). La métaphysique, par la contemplation, permet alors d'approcher l'essence de tout sujet ou concept, en l'étudiant tel qu'il est en lui-même, et en comprenant sa nature et sa finalité réelles. En tant que telle, la métaphysique est un sous-domaine et une dimension essentiels de la philosophie, une dimension indispensable pour comprendre et examiner tout sujet d'intérêt. Plusieurs académiques reconnus en MSI (ex. Hassan *et al.*, 2018 ; Lee, 2004 ; Rowe, 2018 ; Stahl, 2007) déplorent que malheureusement, et en lien avec notre faible considération habituelle pour la philosophie, notre discipline ne considère que très peu la métaphysique. Cela fait écho aux débats au sein de la philosophie elle-même où certains académiques considèrent que la métaphysique est sans intérêt (voir Koons & Pickavance, 2017 p.5). Pourquoi devrions-nous donc nous intéresser à la métaphysique ? Répondre à cette question semble importante pour justifier de l'intérêt de tenir compte de la métaphysique dans la réflexion scientifique en général, et donc en MSI. Plusieurs réponses valables et différentes sont proposées dans la littérature. Par exemple, Koons & Pickavance (2017) s'appuient sur la hiérarchie des sous-disciplines de la philosophie en rappelant que la métaphysique est la première et la plus ancienne philosophie. Elle concerne l'investigation de la réalité, les relations entre les choses dans la réalité. Autrement dit, la métaphysique est un fondement essentiel au travail de tout chercheur intéressé à comprendre les relations entre des choses, par exemple des concepts sociaux, comme nous le faisons en développant des théories en sciences sociales (voir Bacharach, 1989 ; Gregor, 2006 ; Williams & Wynn, 2018). Ils avancent aussi que « les questions métaphysiques sont pertinentes pour d'autres questions, tant en *théorie des valeurs*³⁰ qu'en épistémologie et en philosophie des sciences » (Koons & Pickavance, 2017 p.5). Bien qu'il y ait des questions philosophiques potentiellement plus urgentes, par exemple

³⁰ Emphase ajoutée. L'auteur fait référence à l'axiologie

sur l'éthique, la politique, l'épistémologie, la métaphysique ne peut, et ne doit pas, être occultée parce qu'elle éclaire la compréhension de ces questions. Sans la compréhension réelle des concepts que soulèvent ces questions, ce que permet la métaphysique, le chercheur ne peut véritablement prétendre examiner lesdites questions. Dilworth (2006 p.1-3) explique aussi que la science a un aspect transcendantal qui affecte toujours le travail et la production de connaissances des académiques. En effet, les scientifiques ont souvent des croyances fondamentales, des présuppositions de base sur la nature même de la réalité. Ces croyances et présuppositions, parfois inconscientes mais qui renvoient à la métaphysique (voir aussi Macdonald, 2005 p.3 ; Koons & Pickavance, 2017 p.6), affectent leurs conceptions de la réalité, leurs perceptions de ses manifestations, leurs pratiques de la délibération et de la prise de décision. Par exemple, les théories que développent les sciences sociales peuvent parfois guider la pratique et les actions, influencer le futur (Burton-Jones *et al.*, 2021 p.306 ; Gregor, 2006 p.618). Comme ces théories se fondent sur les perceptions de la réalité des spécialistes de ces sciences, sur leurs conceptions de la réalité, elles sont toujours liées à la métaphysique, même si c'est de manière inconsciente. Reste cependant à savoir si les fondements métaphysiques auxquels renvoient leurs théories et leurs études empiriques sont valides, si la réalité dont ils tentent de rendre compte par leurs théories et leurs travaux empiriques existe. Il convient de noter ici que les croyances fondamentales et les présuppositions ne sont pas en contradiction avec la nature évolutive de la science et de la connaissance, car les présuppositions peuvent également évoluer (Dilworth, 2006 p.2).

En tenant compte des justifications proposées ci-dessus par la littérature en philosophie, nous nous intéressons alors à la perspective métaphysique et contemplative de la valeur, le sujet d'intérêt du présent manuscrit. Qu'est-ce que la valeur ? Les philosophes, à travers leurs réflexions et contributions, ont longtemps tenté de répondre à cette question métaphysique qu'on peut relier à « l'intelligibilité de l'existence » (Moore, 1953 p.216). Cependant, en dépit

des développements perspicaces proposés, ils n'ont jusqu'à présent pas réussi à répondre pleinement et à épuiser la question (voir par ex. Lee, 2020 ; Sørensen, 2002 sur les débats qui se poursuivent jusqu'à présent). Par exemple, Hall (1952), qui a consacré un livre à cette question, où il a développé une approche analytique et objective du statut ontologique³¹ de la valeur, indique que la valeur ne peut être nommée ou décrite, mais seulement affirmée. Pour résumer le point de vue de Hall, la valeur est 1- indéfinissable, 2- indépendante des faits, 3- une entité ou d'une nature extralinguistique (Frankena, 1953 p.256). Parallèlement à l'approche objectiviste de Hall, d'autres philosophes (ex. Brentano, 1977 ; Scheler, 1973) ont proposé des perspectives ontologiques rivales de la valeur, de ce qu'est l'essence de la valeur, poursuivant et/ou rejetant ainsi les réflexions séminales d'Aristote, Kant, Mencius, Platon, et d'autres. Ainsi, plusieurs écoles de pensée se sont développées à propos de la compréhension de ce qu'est la valeur. Dans ce qui suit, nous présentons les principales écoles de pensée. Ensuite, nous discutons de la dichotomie universelle vs. personnelle concernant le concept de valeur.

Plusieurs écoles de pensée

En s'appuyant sur la littérature en philosophie, les contributions concernant la contemplation du concept de la valeur peuvent être regroupées en trois principaux courants (Korsgaard, 1986 ; Lee, 2020) : 1- L'*objectivisme* (qui se rapproche dans une certaine mesure du naturalisme). Il conçoit la valeur comme intrinsèque et indépendante des désirs, des intérêts ou des plaisirs des individus (Baumgartner & Pasquerella, 2004 ; Korsgaard, 1986). Platon y souligne par exemple que la valeur est externe à l'individu et ne dépend pas de sa perception et de sa

³¹ Pour les besoins de l'analyse proposée dans ce manuscrit, l'ontologie correspond à l'ontologie générale, qui traite des questions « qu'est-ce ? », « que signifie être ? », « quel est le sens de être ? », « quel est le statut de ? », etc. (Stahl, 2007 p.144). L'ontologie traite donc de la nature ou de l'essence de l'existence (être) (Baskerville *et al.*, 2020). Elle fait partie de la métaphysique comme le notent plusieurs académiques (Macdonald, 2005 ; Koons & Pickavance, 2017) en philosophie.

croyance³². Dans le même ordre d'idées, George E. Moore³³ estime « qu'affirmer qu'une chose a de la valeur ..., c'est lui attribuer une propriété, une valeur intrinsèque. La valeur intrinsèque est une propriété objective, non relationnelle de l'objet, une valeur qu'une chose a indépendamment des désirs, des intérêts, ou des plaisirs de chacun » (Korsgaard, 1986 p.486). La perspective objectiviste est aussi celle que défend Everett W. Hall (1952) dans son livre évoqué précédemment.

2- Le *subjectivisme* (également appelé relativisme ou sentimentalisme). Selon cette perspective, l'émotion et l'hédonisme sont considérés comme les sources de la valeur (Baumgartner & Pasquerella, 2004 ; Korsgaard, 1986 ; Lee, 2020). Contrairement au précédent courant, la valeur est ici liée aux désirs, aux intérêts ou aux plaisirs des individus. Lee (2020) mentionne Mencius³⁴ et Scheler (1973) parmi ses principaux partisans. Par exemple, Scheler considère le sentiment comme l'origine de la valeur en affirmant que « les valeurs sont données en premier lieu par l'affect » (Lee, 2020 p.143).

3- Le *rationalisme*. Avec Aristote³⁵ et Kant³⁶ parmi ses partisans, la perspective rationaliste de la valeur accorde une place prépondérante à la cognition. Kant, par exemple, explique que « seule la raison humaine est en mesure de conférer une valeur aux objets du choix humain » (Korsgaard, 1986 p.499). Ici, la raison est relative à ce que Kant nomme l'inconditionnelle bonne volonté³⁷, c'est-à-dire une volonté parfaitement rationnelle, qui, selon lui, est la seule chose capable d'être source de valeur (Lee, 2020). Par source de valeur, nous entendons, comme le note Lee (2020 p.141), « l'état de conscience dans lequel se matérialise l'expérience de la valeur, où se manifeste la valeur ».

Comme on peut le voir, ces perspectives contemplatives concurrentes tentent de définir le rôle de l'individu et de sa psychologie concernant la valeur. Pour les rationalistes, la valeur réside

³² Voir Frankena (1967 p.640)

³³ Voir Moore G.E. (1993) "G.E. Moore Selected Writings" in T. Baldwin (ed), *G.E. Moore Selected Writings*, Routledge, London.

³⁴ Mencius (2003), *Mencius*, The Chinese University Press, Hong-Kong.

³⁵ Aristote. *Nicomachean Ethics*, 350 avant JC

³⁶ Kant E. (1983) *Grounding for the Metaphysics of Morals*, Hackett Publishing Co, Indianapolis.

³⁷ Unconditionally good will.

dans la cognition et la raison de l'individu. D'un autre côté, les subjectivistes considèrent l'émotion de l'individu comme la source de la valeur. En revanche, G.E. Moore et les objectivistes rejettent tout rôle de l'individu. Au contraire, ils soutiennent que la valeur existe indépendamment de l'individu et de son action. Ces perspectives conflictuelles illustrent la complexité de la compréhension du concept de valeur et la difficulté d'approcher sa véritable essence. Cette difficulté se prolonge avec un autre débat concernant la dichotomie et la primauté entre valeur personnelle et valeur universelle ou la relation entre elles.

Dichotomie personnelle vs universelle

Les philosophes distinguent souvent valeur personnelle et valeur impersonnelle, encore appelée valeur universelle. « Alors que les objets de splendeur naturelle, les illustrations de l'ingéniosité humaine et les actes de portée morale sont souvent considérés comme ayant une valeur impersonnelle, la valeur des objets qui sont hautement spécifiques aux circonstances et aux intérêts propres à un individu est considérée comme étant de nature personnelle » écrit par exemple Matthes (2015 p.999) pour souligner l'existence d'une distinction entre valeur personnelle et valeur universelle dans la littérature en philosophie. La valeur impersonnelle est donc généralement fondée sur une perspective impersonnelle, éventuellement morale (Nagel, 1986), et le respect requis (Raz, 2001). En bref, la valeur universelle transcende les particularismes individuels et oblige tout le monde (par des raisons neutres et impérieuses) à la reconnaître objectivement et à agir en conséquence. Dans ce cas, la valeur universelle peut être relative à la liberté, aux ressources de base pour vivre, à l'égalité des chances, au plaisir, à l'absence de souffrance, etc. pour ne citer que quelques exemples (Nagel, 1986). Cependant, l'approche morale de Nagel semble inadaptée pour traiter de la valeur impersonnelle non morale (ex. l'art, le patrimoine culturel) qui n'a parfois de sens pour les individus qu'en fonction de certains particularismes comme l'éducation, les connaissances, les sentiments, la situation géographique, les loisirs, etc. (Matthes, 2015 ; Raz, 2001 ; Scheffler, 2010). D'autre

part, l'approche par le respect requis présuppose que les choses qui ont une valeur universelle sont celles qui exigent le respect de tous, indépendamment des particularismes individuels. Donc, les individus devraient penser et agir en conséquence, en tenant compte du statut de valeur universelle de ces choses, par exemple en les préservant (Matthes, 2015 ; Raz, 2001 ; Wallace, 2009). Si cette seconde perspective est intéressante pour définir une sorte de règle ou de norme³⁸ que tout le monde devrait respecter, elle ne parvient néanmoins pas à véritablement intégrer l'aspect valeur puisque les individus peuvent respecter une chose sans l'estimer, sans la valoriser. De même, une telle approche implique que les choses qui ne sont valorisées que par un petit groupe de personnes pourraient être imposées à tous (Matthes, 2015). En tenant compte des insuffisances de ces deux approches conceptuelles de la valeur universelle ayant pourtant une longue tradition en philosophie, des réflexions récentes (ex. Matthes, 2015 p.1012) indiquent que la démarcation entre valeur impersonnelle ou universelle et valeur personnelle est en réalité moins stricte. En effet, en adoptant une approche plus nuancée, on peut affirmer que la valeur universelle résulte d'une bonne raison universelle (approche moniste), ou de l'agrégation de plusieurs bonnes raisons (approche pluraliste) partagées par tous pour valoriser une chose. Et ces bonnes raisons peuvent en réalité s'appuyer sur des intérêts et des valeurs individuels, une valorisation positionnelle, le simple fait d'être humain, ou sur la rationalité humaine (Matthes, 2015 p.1014). En d'autres termes, valeur universelle et valeur personnelle sont bien plus imbriquées que ce que les travaux précédents laissent penser.

L'approche récente de Matthes permet de rapprocher les réflexions que développent les différents courants présentés ci-dessus concernant l'essence de la valeur et la dichotomie valeur personnelle vs universelle. En prenant en compte l'analyse de Matthes, les valeurs personnelles mobilisent la cognition et l'émotion pour former, définir, reconnaître les valeurs

³⁸ Cette approche rejoint, dans une certaine mesure, l'opinion de Hall (1952) selon laquelle toute phrase relative à la valeur est normative (Frankena, 1953 p.256).

universelles objectives. Il y a alors lieu de combiner les différentes analyses ci-dessus pour approcher l'essence de la valeur. L'auteur insiste sur l'importance de la position de l'individu par rapport à l'objet valorisé et le rôle de la valorisation positionnelle qui en découle. Il s'appuie notamment sur Scheffler (2010 p.37) qui explique que « 1- seuls ceux qui occupent la bonne position par rapport à l'objet sont capables de le valoriser, et 2- que tout le monde n'est pas capable d'occuper la bonne position par rapport à cet objet ». Ici, la position peut correspondre à la localisation géographique, à la place au sein d'un groupe social, à la connaissance possédée, à l'expertise, à la rationalité, à l'affect, à la relation historique avec l'objet, etc. (Matthes, 2015 p.1014-1015). En un mot, la position renvoie dans une certaine mesure à la cognition et à l'émotion sur lesquelles se fondent les approches rationaliste et subjectiviste du concept de la valeur. En prenant en considération cette notion de position, un objet, un projet X a alors une valeur impersonnelle uniquement dans le cas où (toutes choses étant égales par ailleurs) toutes les personnes Y ont une raison positionnelle (mais pas nécessairement impérieuse) d'apprécier, de valoriser X (Matthes, 2015 p.1015). Le concept de la valeur donc, selon la perspective de Matthes, s'appuie à la fois sur des aspects personnels et impersonnels. Il ne peut y avoir de valorisation impersonnelle, universelle, normative sans la prise en compte de la valorisation personnelle, positionnelle. Enfin, le lecteur peut s'interroger sur la perspective métaphysique qui sous-tend l'analyse que développe le présent manuscrit. Il s'agit du réalisme, précisément le réalisme critique. Il permet dans une certaine mesure, en s'appuyant sur les développements que propose Matthes (2015), de concilier les différentes perspectives métaphysiques exposées ci-dessus et de proposer une approche réaliste de ce qu'est la valeur, notamment de la valeur de la technologie, le sujet d'intérêt du manuscrit. Nous la présentons dans ce qui suit.

Réalisme

La perspective métaphysique du réalisme vise à présenter les choses comme elles sont, expliquer le monde tel qu'il est (Reynolds, 2006 p.468). L'une de ses caractéristiques est la « conception absolue de la réalité » (Bilgrami, 2002 p.2). En philosophie, le réalisme ontologique traite du statut des objets physiques ordinaires, de leurs propriétés et de leur distribution dans le monde (Godfrey-Smith, 2016 p.74). Il présuppose que « nous habitons tous une réalité commune qui a une structure définie et objective. Ce monde contient des objets de différentes sortes, qui existent indépendamment de ce que chacun en pense. Nous, humains, ne pouvons percevoir et connaître qu'une partie limitée de la réalité. Néanmoins, les choses avec lesquelles nous n'avons pas de contact sont toutes aussi réelles que celles avec lesquelles nous avons un contact » (Godfrey-Smith, 2016 p.74). Autrement dit, le monde qui nous entoure est indépendant de nous, indépendant de la façon dont nous le voyons, ou le pensons. Selon la perspective réaliste, le monde est donc approché tel qu'il est en lui-même (Reynolds, 2006 p.481). En MSI, le réalisme ontologique est défini en des termes similaires. Par exemple, Mingers (2004 p.88) note que « une compréhension réaliste de la science considère que certains types d'entités – qu'il s'agisse d'objets, de forces, de structures sociales ou d'idées – existent dans le monde, souvent indépendamment des êtres humains ; et que nous pouvons en acquérir une connaissance fiable ». De même, Becker & Niehaves (2007, p.202) affirment que « si, au cours de leurs travaux, les chercheurs supposent un monde réel, qui existe indépendamment de la cognition, par exemple indépendamment des processus de pensée et de parole, ils adoptent une position de réalisme ontologique ».

Certaines critiques sévères réfutent fortement cette vision intransitive du monde qui est qualifiée de naïve (Mingers, 2004). Les critiques, en particulier les plus extrêmes, soulignent souvent que la connaissance de ce qu'est réellement le monde, l'exactitude ou l'inexactitude

de la réalité du monde est uniquement accessible par la façon dont le monde nous apparaît³⁹, c'est-à-dire par notre construction sociale et mentale, le discours, le langage et la signification (Horgan & Timmons, 2002 ; Mingers, 2004 ; Reynolds, 2006). Elles suggèrent que les objets sociaux (ex. la valeur, pour prendre exemple sur ce qui nous intéresse ici) n'existent pas physiquement, mais sont plutôt socialement construits. Contrairement aux objets naturels qui peuvent être physiquement observables. Elles affirment alors que les sciences sociales par exemple ne peuvent admettre un monde qui existe indépendamment de la pensée et de la construction mentale. Selon ces critiques, le monde qui nous entoure n'est pas et ne peut être perçu de manière absolue, c'est-à-dire une réalité définie et objective. Au contraire, la perception (par les sens et la cognition), et donc la réalité, du monde serait relative puisqu'elle n'est pas universelle et peut varier radicalement d'un individu à un autre, ou d'un domaine à un autre, parfois de manière incompatible.

Le réalisme critique, une forme quelque peu différente de l'approche originale du réalisme métaphysique, a été introduite par Bhaskar (1975) en philosophie en acceptant et en intégrant les critiques mentionnées ci-dessus. Comme le note Mingers (2004 p.91), le réalisme critique vise à « rétablir au niveau ontologique une vision réaliste de « être⁴⁰ », tout en acceptant le relativisme de la connaissance au niveau épistémologique. Autrement dit, la connaissance est conditionnée socialement et historiquement ». Une telle approche réconcilie, dans une certaine mesure, les perspectives métaphysiques de l'objectivisme, du rationalisme et du

³⁹ Voir la littérature sur l'interprétativisme, une approche philosophique suggérant que la réalité est construite à partir de nos perceptions faillibles (Wynn & Williams, 2020 p.51). Elle renvoie, dans une certaine mesure, à l'ontologie du subjectivisme (Lee & Baskerville, 2003 p.229) et suggère au niveau épistémologique d'interpréter les significations subjectives qu'ont les participants au phénomène d'intérêt (Tsang, 2014 p.175). L'interprétativisme est souvent opposé au positivisme qui correspond davantage à l'ontologie objectiviste (Lee & Baskerville, 2003 p.229). Au niveau épistémologique, le positivisme adopte une conception Huméenne de la causalité en supposant que la régularité ou la constance de la conjonction de deux événements résulte de l'existence d'une causalité entre ces événements (Tsang, 2014 p.175). Le positivisme s'appuie sur l'observation et la mesure comme moyens d'étude de la réalité (Wynn & Williams, 2020 p.51).

⁴⁰ Being (emphase originale)

subjectivisme⁴¹. Autrement dit, tant la cognition (rationalisme) que l'émotion (subjectivisme) sont susceptibles de refléter la réalité indépendante (objectivisme) du monde. Cela peut conduire, et conduira souvent, à une variété de perceptions de la réalité objective du monde. Les philosophes appellent cela la relativité conceptuelle. Horgan & Timmons (2002 p.74-75) indiquent que « la relativité conceptuelle n'entre pas en conflit avec le réalisme métaphysique, mais qu'en fait elle s'accorde bien avec lui ». Les deux sont entièrement compatibles. Plusieurs académiques (Archer *et al.*, 1998 ; Bhaskar, 2008 ; Horgan & Timmons, 2002 ; Mingers, 2004 ; Mingers & Standing, 2020) en philosophie comme en MSI soutiennent alors que si la réalité du monde existe et se manifeste indépendamment de notre perception, la connaissance de la réalité du monde est néanmoins une prérogative humaine, une prérogative de l'observateur ou du chercheur. En d'autres termes, le réalisme métaphysique assume l'intransitivité de la réalité du monde tout en admettant la transitivité de sa perception ou de sa connaissance (Mingers, 2004 ; Tsang, 2014). Par exemple, Horgan & Timmons (2002) indiquent que la vérité sur ce qu'est réellement le monde peut être approchée par des correspondances directes et indirectes entre nos croyances, nos pensées, notre langage ou nos phrases (le contenu) et les faits ou la réalité du monde. La correspondance directe signifie que le contenu reflète strictement la réalité. Cette correspondance stricte peut être qualifiée d'isomorphisme structurel entre le contenu et la réalité (Mingers & Standing, 2020), et a souvent été supposée obligatoire dans le cadre du réalisme ontologique (Becker & Niehaves, 2007 ; Horgan & Timmons, 2002). D'un autre côté, la correspondance indirecte ouvre la possibilité d'une correspondance imparfaite, non stricte, entre le contenu et les faits, le contenu étant pourtant vrai. La correspondance indirecte admet plutôt d'autres types de

⁴¹ Voir Siponen & Klaavuniemi (2021 p.90) au sujet de l'éventuelle supériorité du réalisme critique par rapport au positivisme et à l'interprétativisme parce qu'il permet justement de rapprocher objectivisme, rationalisme, et subjectivisme.

correspondances toutes autant constitutives de la vérité, comme la sémantique contextuelle⁴² ou la causalité. En prenant en considération les travaux de Horgan⁴³ et Fumerton (2013), Mingers & Standing (2020) présentent aussi en MSI une approche pluraliste de la vérité par correspondance dans le cadre du réalisme ontologique. Cette approche pluraliste de la vérité suggère que la correspondance entre le contenu et la réalité peut être effectuée de manière différenciée (p.119). Fumerton (2013) explique, par exemple, qu'il peut y avoir différentes représentations vraies et non mutuellement exclusives d'une même réalité, ou qu'il peut y avoir différents degrés de vérité dans les perceptions de la réalité. En somme, on peut affirmer que le réalisme métaphysique et son approche de réalité indépendante n'est pas incompatible avec l'influence de la cognition et de la relativité sur l'acquisition de connaissances sur ce qu'est la réalité. Comme l'écrit Bhaskar (1998 p.xi), « le réalisme critique a la prétention de pouvoir combiner et réconcilier le réalisme ontologique, le relativisme épistémologique et la rationalité du jugement ». Cela rejoint, dans une certaine mesure, le point de vue de Matthes à propos des liens entre valeur universelle et valeur personnelle. En supposant que la valeur universelle ou impersonnelle est une réalité indépendante, la valeur personnelle a une influence sur la perception et la compréhension de la valeur impersonnelle. Autrement dit, en s'appuyant sur la perspective métaphysique du réalisme critique, la valeur personnelle (qui s'appuie sur la position, la cognition, l'émotion) peut être un moyen pour percevoir, interpréter et donner du sens à la valeur universelle. Une telle approche réaliste critique s'appuyant sur l'éclairage que propose Matthes peut être transposée à la valeur de la technologie en MSI où les caractéristiques intrinsèques à la technologie correspondent à des aspects impersonnels, universels, reconnus et admis par tous, ou par le plus grand nombre. Par exemple, tout le monde ou presque peut reconnaître à l'IoT les cinq caractéristiques distinctives discutées plus haut en section 1.2.2. La position, la cognition, l'affect relèvent en

⁴² La vérité correspond à une assertion affirmable et sémantiquement correcte dans un contexte opératoire (Horgan & Timmons, 2002 p.89).

⁴³ Horgan (2001), Barnard & Horgan (2013)

revanche d'aspects personnels. Ils sont utiles pour reconnaître, donner du sens et valoriser les caractéristiques intrinsèques de la technologie. En conséquence, tout le monde ne peut valoriser la technologie de manière identique. En prenant en considération ces éléments, on peut percevoir la valeur des TIs pour l'individu comme une émanation qui s'appuie à la fois sur les aspects intrinsèques à la technologie (ex. ses caractéristiques) et les aspects idiosyncrasiques à l'individu exposé à la technologie. Les éléments de cognition, d'affect, de position dans un groupe social, etc. permettent à l'individu de percevoir l'utilité, l'intérêt de la technologie et de ses caractéristiques intrinsèques. Il convient de noter ici que les aspects personnels constituent une dimension nécessaire et suffisante pour valoriser la technologie. En revanche, les caractéristiques intrinsèques de la technologie constituent une dimension suffisante, mais pas nécessaire pour valoriser la technologie. La valorisation positionnelle, personnelle qu'entraînent les idiosyncrasies de l'individu peut ne pas donner du sens aux caractéristiques intrinsèques de la technologie, ou leur en attribuer de manière différenciée comparativement à ses pairs. Des caractéristiques intrinsèques peuvent ainsi être valorisées par certains et pas par d'autres. Une telle perception de la valeur de la technologie reflète selon nous la perspective réaliste critique qui combine indépendance et relativisme. Selon cette perspective, la valeur de la technologie ne peut s'appuyer exclusivement sur ses caractéristiques intrinsèques, objectives, quand bien même ces dernières sont reconnues et admises par le plus grand nombre. Elle requiert donc de considérer à la fois les aspects intrinsèques à la technologie (ex. la capacité de données, la façonnabilité dans le cas de l'IoT) et les aspects personnels, positionnels (ex. bien-être, cognition, confiance, l'appétence) pour approcher l'essence de la valeur de la technologie pour l'individu. Les aspects personnels peuvent notamment orienter la manière dont est utilisée la technologie.

La perspective de Matthes (2015) peut également être transposée au contexte des organisations pour approcher l'essence de la valeur de la technologie pour les organisations.

Dans un tel contexte donc, la valeur de la technologie ne peut être restreinte aux seuls paramètres universels, impersonnels, normatifs (ex. productivité, performance économique, avantage stratégique ; des paramètres mesurables que définissent les référentiels comptables et financiers admis, reconnus, respectés par de nombreuses parties prenantes comme les actionnaires, les partenaires, les investisseurs, les clients, les concurrents, l'État, etc.). La valeur de la technologie doit aussi tenir compte des paramètres positionnels de l'organisation, de ses idiosyncrasies (son contexte particulier, son histoire, ses membres, le bien-être de ses membres, la confiance de ses membres, leurs connaissances, les changements que juge pertinents l'organisation eu égard à son contexte positionnel, etc.). Selon l'approche que présente Matthes, ces idiosyncrasies contribuent à la formation des paramètres que mesurent les ratios et indicateurs de performance admis et respectés par tous. Par exemple, l'histoire de l'organisation peut avoir son importance dans sa manière d'approcher et de valoriser une technologie. En effet, les organisations classiques ayant une longue histoire et les organisations *born digital*⁴⁴ ne présentent pas des traditions similaires en termes d'usages et de valorisation de la technologie⁴⁵. Néanmoins, elles s'appuient souvent sur les mêmes ratios et indicateurs⁴⁶ universels de mesure pour refléter la valeur que génère la technologie. Dans une approche réaliste donc s'inspirant des réflexions de Matthes (2015), la valeur de la technologie pour les organisations prend en compte à la fois les mesures universelles, reconnues par le plus grand nombre mais aussi et surtout les paramètres idiosyncrasiques, positionnels. Dans cette recherche doctorale, cette approche de la valeur de la technologie

⁴⁴ Born digital organizations

⁴⁵ Même si la plateformesation, une approche inspirée des born digital, correspond aujourd'hui à un mode de fonctionnement dont s'emparent aussi les organisations classiques.

⁴⁶ Il convient de noter ici que les startups digitales, surtout les plus petites, utilisent parfois aussi des indicateurs spécifiques, correspondant davantage à leurs modes de fonctionnement.

pour les organisations est celle sur laquelle nous nous appuyons⁴⁷. Elle rend mieux compte de l'essence de la valeur, et reflète davantage la réalité de la vie des organisations.

Plus généralement, le réalisme critique est considéré comme « particulièrement adapté à l'étude des questionnements SI » (Wynn & Williams, 2020 p.51). Par exemple, Rowe (2018) le recommande fortement en insistant sur son versant « critique ». L'auteur indique que « être critique, c'est faire preuve d'autonomie et de correction pour penser différemment à une question, afin de voir les limites du raisonnement théorique ou pratique passé ou présent, de soi-même ou des autres sur cette question. En substance, il s'agit de réflexivité. ... « Être critique » fait partie de la mission de tous les chercheurs. ... Ma frustration à l'égard de la recherche non critique est relative aux contributions souvent limitées que ces approches offrent en pratique, tant en termes de théorisation ... qu'en termes d'implications pratiques » (p.380, 387, 388). Pour synthétiser notre discussion sur la perspective métaphysique réaliste, nous nous appuyerons sur le travail que proposent Becker & Niehaves (2007) qui indiquent la structure d'une recherche s'inscrivant dans l'approche du réalisme ontologique, comme le présente la Figure 1.5. Certains points de cette figure seront discutés dans les sections suivantes.

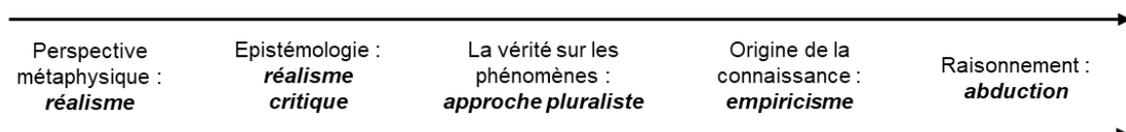


Figure 1.5 : Structure de recherche correspondant au réalisme ontologique (adapté de Becker & Niehaves, 2007)

Ces éléments précisés, nous allons ensuite nous intéresser à l'axiologie où nous discutons du type de valeur examiné tout au long du manuscrit, la valeur organisationnelle de la technologie ou valeur de la technologie pour les organisations⁴⁸.

⁴⁷ L'annexe 1.1 du manuscrit présente un papier (soumis à la conférence 2022 de l'AIM) où nous illustrons, dans une approche différente, l'importance de la prise en compte de la valorisation positionnelle pour examiner la valeur de la technologie pour les organisations.

⁴⁸ Les deux termes sont utilisés de manière indifférenciée.

1.4.1.2 L'axiologie : quel type de valeur valoriser ?

Le terme Axiologie est une traduction de l'Allemand *Axiologie* (Smith & Thomas, 1998) qui correspond à la théorie de la valeur⁴⁹. Elle est une branche de la philosophie focalisée sur la nature de la valeur, qu'elle soit morale, prudentielle ou esthétique (Smith & Thomas, 1998). L'axiologie étudie la nature, les types, et les critères de la valeur et des jugements de valeur⁵⁰. Hassan *et al.* (2018 p.269) indiquent que l'axiologie est importante pour tout type de recherche en MSI tout en déplorant sa faible considération dans les recherches animant notre discipline. Dans leur article, ces académiques appellent les travaux en MSI à accorder davantage d'intérêt à des valeurs comme l'esthétique, et encore plus à l'éthique. Leur appel fait écho aux travaux de Rowe (voir Rowe, 2018, 2020 ; Rowe *et al.* 2020) qui pointe particulièrement la responsabilité des TIs, en particulier l'ère des SIs capacitantes et ses technologies ubiquitaires comme l'IoT (voir Rowe, 2018 p.382), dans l'aliénation de l'humain et la sape, ou même la destruction, de valeurs universelles, impersonnelles, normatives (voir Frankena, 1967 ; Matthes, 2015) comme la liberté, l'égalité, l'inclusion, la fraternité, l'autonomie, la dignité, l'éthique, etc. Des valeurs institutionnalisées par la Déclaration universelle des droits humains. Tout en reconnaissant la réalité et l'ampleur des différents risques et préjudices potentiels que peut faire courir l'usage de TIs comme l'IoT, l'atteinte aux droits humains et aux valeurs universelles ne constitue néanmoins pas l'axe du travail de recherche présenté dans ce manuscrit. Notre travail s'intéresse plutôt à la valeur organisationnelle, c'est-à-dire la valeur que les organisations et leurs membres peuvent tirer de l'usage de l'IoT. Par exemple, Hassan *et al.* (2018 p.269) soulignent brièvement la « maximisation des profits » comme un type spécifique de valeur qui peut être examiné dans le contexte des organisations. La valeur organisationnelle à laquelle s'intéresse notre travail inclut ce type de valeur tout en ne s'y restreignant pas, comme expliqué plus haut (p.46-48) en

⁴⁹ Werttheorie en Allemand (Bunnin & Yu, 2004 p.65)

⁵⁰ Merriam-Webster.com/dictionary, consulté le 7 mai 2021.

s'appuyant sur Matthes (2015). En MSI, les travaux influents sur la valeur des TI se focalisent sur la valeur économique, une approche que nous estimons correspondre très peu à la réalité des organisations, et surtout qu'elle ne prend pas en compte les différents éclairages que propose la littérature en philosophie sur l'ontologie du concept de valeur.

Les sociologues, comme les philosophes, distinguent souvent valeur (au singulier) et valeurs (Frankena, 1967). La première « est économique, quantifiable, et peut être mesurée. Elle est souvent reflétée en termes monétaires, mais comme pour l'éducation, pas toujours. Alors que les valeurs sont morales, culturelles, qualitatives et difficiles à mesurer » (Skeggs, 2014 p.3). Cette distinction entre valeur et valeurs est intéressante à plus d'un titre. D'une part, elle souligne la difficulté à mesurer les valeurs morales, qualitatives. D'autre part, Skeggs nous rappelle que la valeur (au singulier) ne se reflète pas toujours en termes monétaires. Tout en étant assez d'accord avec cette perspective, nous préférons néanmoins l'exprimer autrement : la valeur (au singulier) est parfois aussi difficile à mesurer. Prenons l'exemple de l'éducation que mentionne Skeggs. La valeur (monétaire, économique) de l'éducation est difficile à mesurer parce que le but de l'éducation est, dans une certaine mesure, de contribuer aux valeurs difficiles à mesurer, comme la liberté, l'égalité, l'inclusion, l'autonomie, la dignité, etc. De même, dans le contexte organisationnel, la valeur de la technologie peut parfois être difficile à mesurer. Exemple : l'amélioration du bien-être des membres des organisations qui découle du déploiement de la technologie. L'évaluation économique du bien-être, un concept relatif à la valeur prudentielle⁵¹ en axiologie, est difficile à mesurer en raison de ses liens avec les valeurs difficiles à mesurer mentionnées ci-avant. En un mot, parce qu'elle inclut aussi le bien-être, la valeur de l'IoT pour les organisations est parfois difficile à mesurer. Si cette valeur inclut des aspects économiques, elle ne s'y limite guère car la vie organisationnelle n'est pas restreinte à la maximisation des profits. En conséquence, la valeur (au singulier) de

⁵¹ Voir Rodogno (2016)

la technologie pour les organisations prend aussi en compte le bien-être des membres de l'organisation, leur expertise, leur autonomie, leur confiance, et d'autres valeurs difficiles à mesurer qui appartiennent à la vie des organisations. La valeur pour les organisations (économique et non-économique) existe indépendamment de nous en tant que chercheur, indépendamment de notre perception, de nos croyances et de nos pensées. À ce titre, elle est intransitive. Cependant, pour étudier la valeur de l'IoT pour les organisations, nous nous appuyons sur notre perception et sur les théories et connaissances existantes. Bhaskar & Lawson (1998) parlent à cet effet de matériel cognitif existant. En d'autres termes, nous inscrivons notre démarche d'acquisition de connaissances dans l'approche de la relativité conceptuelle (Horgan & Timmons, 2002), également appelée relativité épistémologique (Mingers *et al.*, 2013). Ainsi, notre procédure d'acquisition de connaissances à propos de la valeur de l'IoT pour les organisations est transitive. En tant que telle, elle ne peut permettre d'éclairer qu'une partie de la réalité indépendante à laquelle correspond la valeur de la technologie pour les organisations. En dépit de notre démarche intégrative et étendue comme nous l'expliquons plus loin dans le manuscrit, nos analyses ne peuvent par exemple inclure toutes les formes possibles de la valeur de la technologie pour les organisations. Ces précisions apportées, nous présentons en détail ci-dessous la procédure d'acquisition de connaissances sur laquelle s'appuie notre travail.

1.4.1.3 L'épistémologie : comment accédons-nous à la connaissance ?

L'épistémologie concerne la nature de la connaissance, et comment (c'est-à-dire les procédures ou moyens par lesquels) cette connaissance est acquise ou obtenue (Gregor, 2006 ; Hassan *et al.*, 2018 ; Iivari *et al.*, 1998). En tenant compte de la discussion effectuée dans les sections précédentes, l'épistémologie sous-jacente à notre recherche doctorale est le réalisme critique. Comme il est souvent souligné pour cette perspective épistémologique, l'objectif de notre travail doctoral est de présenter des réflexions, des théories et des résultats qui vont

« au-delà du donné pour acquis » (Rowe, 2018 p.386), qui « remettent en question les hypothèses dominantes » (Myers & Klein, 2011 p.17), ou qui peuvent « changer le statu quo » (Stahl, 2007 p.145).

Eléments de critique

Principe 1. S'appuyer sur les concepts clés des théoriciens de la recherche sociale critique

L'approche critique sous-jacente au travail présenté dans ce manuscrit est celle de Bhaskar (1975). Nous nous appuyons donc sur les principales caractéristiques de l'approche critique de Bhaskar, le réalisme critique. Elles incluent l'intransitivité de la réalité, la transitivité de l'acquisition de la connaissance à propos de la réalité, l'abduction comme démarche de raisonnement, la correspondance comme approche de la vérité.

Principe 2. Prendre position sur la valeur

Myers & Klein (2011) indiquent que les théoriciens de la recherche critique soutiennent des valeurs comme la démocratie ouverte, l'égalité, l'éthique. Les valeurs que mentionnent ces académiques renvoient aux valeurs universelles que souligne Nagel (1986) ou Raz (2001) et sur lesquelles Rowe (2018) et Rowe *et al.* (2020) attirent notre attention en MSI. Néanmoins, et comme expliqué précédemment (p.49-50), le présent travail de recherche s'intéresse à la "*valeur*" au singulier (voir Frankena, 1967 ; Skeggs, 2014). Il s'appuie notamment sur Matthes (2015) pour opter pour une perspective réaliste qui indique que la valeur inclut à la fois des aspects universels et des aspects idiosyncrasiques. Transposée à la technologie et au contexte des organisations au niveau axiologique, une telle perspective défend une conceptualisation de la valeur prenant à la fois en compte des aspects économiques et des aspects humanistes comme le bien-être, l'autonomie, l'expertise, la confiance. Si Hassan *et al.* (2018 p.269) rappellent au niveau axiologique que la maximisation du profit est une forme de valeur essentielle à l'organisation, nous estimons toutefois que la vie organisationnelle ne se restreint pas au profit. En conséquence, la conceptualisation de la valeur pour les organisations doit aller au-delà du profit et des aspects économiques.

Principe 3. Identifier et challenger les croyances et pratiques sociales existantes

Ce troisième principe invite les chercheurs critiques à identifier des croyances importantes et à les remettre en question en s'appuyant sur des arguments et résultats différents, et potentiellement conflictuels. Ce principe s'aligne sur le but du réalisme critique, c'est-à-dire générer une « nouvelle et importante théorie » (Williams & Wynn, 2018 p.315). En prenant en compte ce principe, notre travail challenge les contributions les plus influentes en MSI concernant la valeur de la technologie pour les organisations (ex. Grover *et al.*, 2018; Hitt & Brynjolfsson, 1996 ; Kohli & Grover, 2008 ; Melville *et al.*, 2004 ; Schryen, 2013). Ces travaux établissent la prééminence des aspects économiques et stratégiques dans leurs conceptualisations de la valeur de la technologie sans tenir compte des éclairages qu'apporte la littérature en philosophie sur le concept de valeur, en l'occurrence le travail de Matthes (2015), sur les aspects idiosyncrasiques et positionnels. La première partie du manuscrit développe alors un nouveau cadre théorique de la valeur de la technologie s'appuyant davantage sur l'utilité pratique de la technologie et pas uniquement sur la productivité que défendent les travaux influents. Le propos que développe cette première partie est prolongé dans les deux parties suivantes. Dans la troisième partie par exemple, l'analyse d'une dimension de la valeur de la technologie pour les organisations nous conduit à développer une nouvelle structuration pour la théorie de la Stratégie Industrielle. Cette nouvelle structuration vient challenger la littérature actuelle concernant cette théorie. En prenant en considération ces contributions, notre recherche doctorale répond à ce troisième critère que définissent Myers & Klein.

Eléments de redéfinition

Principe 4. S'intéresser au développement des organisations

Selon ce principe, la recherche critique concerne l'étude des réponses aux besoins organisationnels et de la mise en œuvre de la transformation que cela implique. Dans le cadre de notre recherche, nous traitons des aspects que mentionnent Myers & Klein ici. Par exemple, nous discutons de manière approfondie du besoin des organisations de concrétiser la valeur de l'IoT. Nous explorons les conditions d'émergence et les mécanismes conduisant à une telle concrétisation. Concrétiser la valeur (ici le besoin de l'organisation) consiste entre autres à réaliser des changements et transformations que nous investiguons. Les deuxième et troisième parties du manuscrit examinent notamment les changements et transformations du Business Model et de la Stratégie Industrielle pour matérialiser la valeur de la technologie.

Principe 5. S'intéresser aux améliorations dans les organisations

Ce cinquième principe invite les chercheurs critiques à analyser comment des améliorations sont possibles. Dans cet ordre d'idées, notre recherche doctorale éclaire des améliorations des processus opérationnels (parties 1 & 3), l'amélioration du climat de travail et du bien-être des membres de l'organisation (partie 1), l'amélioration de l'expertise des membres de l'organisation (partie 3), la mise en place d'un BM dual pour adresser de nouveaux marchés (partie 2), l'amélioration de la performance opérationnelle (parties 1 & 3), etc. La réalisation de ces améliorations correspond à la matérialisation de la valeur de la technologie.

Principe 6. S'intéresser aux améliorations des théories sociales

Ce dernier principe souligne le but sous-jacent au réalisme critique, à savoir proposer des théories nouvelles et améliorées. À cet égard, et comme déjà mentionné, notre travail doctoral, à travers les différentes parties qu'il inclut, propose de nouvelles réflexions et analyses théoriques challengeant et complétant la littérature existante, dans une approche sociotechnique. De manière globale le manuscrit développe une nouvelle approche étendue et approfondie de la réalisation de la valeur de la technologie en identifiant les paramètres causaux à l'œuvre et en soulignant que la valeur est un construit multidimensionnel et fonction du contexte des organisations.

Tableau 1.4 : Les six principes que suggèrent Myers & Klein (2011) pour mettre en œuvre une recherche critique

La littérature en MSI indique en outre la pertinence de la perspective du réalisme critique pour investiguer l'importante question de la valeur associée à l'usage des TIs (Myers & Klein, 2011), ainsi que ses mécanismes générateurs, ou sa structure causale (Mingers, 2004 ; Mingers *et al.*, 2013 ; Wynn & Williams, 2020). En tenant compte de ces derniers éléments que présente la littérature (Mingers, 2004 ; Myers & Klein, 2011 ; Wynn & Williams, 2020), notre travail doctoral qui examine la valeur de l'IoT pour les organisations et les mécanismes à l'œuvre pour la concrétisation des différentes formes de cette valeur correspond alors à un contexte de recherche adapté pour convoquer la perspective du réalisme critique. Pour renforcer la justification de la pertinence de l'épistémologie du réalisme critique pour notre travail, nous pouvons également nous appuyer sur les six principes⁵² que présentent Myers & Klein (2011 p.25) pour guider la mise en œuvre d'une recherche sociale critique. Le Tableau 1.4 présente ces six principes et la manière dont notre travail les prend en compte.

Bien que leur discussion et leurs principes s'appuient sur les travaux de trois théoriciens qu'ils considèrent comme les plus importants dans le domaine de la recherche critique, Myers & Klein (2011 p.21) reconnaissent que d'autres théoriciens de cette approche épistémologique peuvent être identifiés au-delà de leur sélection de trois et être intégrés à la discussion. En conséquence, nous pensons que Bhaskar peut être considéré comme l'un des théoriciens les plus importants de la recherche critique, et que son approche peut être incorporée aux conseils et recommandations de Myers & Klein (2011). Plusieurs travaux publiés dans les revues de

⁵² Voir De Moya & Pallud (2020) pour une illustration de la manière de s'appuyer sur les six principes de Myers & Klein pour justifier la mise en œuvre d'une recherche critique.

référence en MSI et développant une approche critique s'appuient notamment sur la perspective de Bhaskar. Par exemple, Dobson (2001), Hassan *et al.* (2018), Mingers (2004), Mingers *et al.* (2013), Tsang (2014), Williams & Wynn (2018), Wynn & Williams (2020) pour ne citer que quelques-uns. La perspective réaliste critique de Bhaskar est aussi celle sur laquelle s'appuie le travail présenté dans ce manuscrit. D'un autre côté, l'orientation que décrivent Myers & Klein (2011) est davantage centrée sur les individus (et plus largement la société) comme unité d'analyse. Cependant, ils indiquent (p.21) leur ouverture à « un ensemble supplémentaire ou alternatif de principes de la recherche critique ». Par conséquent, nous reformulons certains de leurs principes, en l'occurrence les principes quatre et cinq, pour mettre l'accent sur les organisations plutôt que les individus.

Généralement, la recherche critique s'appuie sur trois éléments intimement liés (Myers & Klein, 2011 p.23). 1- *L'insight (ou enseignement)*, qui vise à décrire et à donner du sens à la situation ou au phénomène. 2- *La critique*, qui remet en question les interprétations données pour acquises⁵³ concernant le phénomène ou le sujet d'intérêt, 3- *La redéfinition transformative*, qui vise à développer une compréhension alternative du phénomène en question, et de ses mécanismes générateurs ou de sa structure causale⁵⁴. Comme on peut le voir dans le Tableau 1.4, les éléments de critique et de redéfinition regroupent chacun trois principes selon la présentation de Myers & Klein (2011). Néanmoins, le principe 3 pour la critique, et les principes 5 & 6 pour la redéfinition sont les plus représentatifs de l'approche de la recherche critique. Il convient de noter que la présentation séparée de ces trois principes ne signifie pas qu'ils interviennent de manière séquentielle dans la procédure de recherche critique. Au contraire, ils sont souvent concomitants dans la mise en œuvre d'une recherche critique et le développement des explications et arguments qui en résulte.

⁵³ Ici les analyses et conceptualisations influentes en MSI concernant la valeur de la technologie pour les organisations.

⁵⁴ La causalité correspond à la « relation entre une action ou un élément (cause) et le résultat qui en découle (effet) » (Wynn & Williams, 2012 p.788)

Dans les sections précédentes, nous avons souligné que le réalisme critique présuppose l'intransitivité du monde qui nous entoure, autrement dit de la réalité. Cette perspective ontologique et épistémologique revendique aussi que la réalité est stratifiée et est organisée en trois strates (Mingers, 2004 ; Mingers *et al.*, 2013 ; Tsang, 2014 ; Wynn & Williams, 2012 ; Wynn & Williams, 2020) : 1- *Le Réel*. Il couvre l'ensemble de la réalité, c'est-à-dire les structures sociales, et physiques, et leurs mécanismes. En MSI, le réel concerne souvent les systèmes sociotechniques qui incluent à la fois les structures humaines (telles que les organisations, les cultures, les normes) et les composants technologiques (comme les plateformes logicielles, les réseaux) ainsi que l'environnement global dans lequel existent et opèrent ces systèmes (Wynn & Williams, 2020 p.52). 2- *L'Actuel*. Il se reflète à travers les événements qui se produisent (ou non) comme une résultante de l'action des mécanismes⁵⁵ et des forces causales à l'œuvre dans la strate du Réel. Tsang (2014 p.172) présente l'exemple du livre sur le bureau. Le fait que le livre ne tombe pas sur le sol (un événement) ne signifie pas que l'interaction gravitationnelle (mécanisme) n'opère pas. Au contraire, l'interaction gravitationnelle est toujours à l'œuvre, mais est ici contrecarrée par le bureau. Autrement dit, la non-occurrence de l'événement ne signifie pas que le mécanisme n'existe pas, ou qu'il n'opère pas. 3- *L'Empirique*. C'est la perception directe ou indirecte, l'observation, l'expérimentation des événements. Il faut noter que la non-perception, ou parfois une perception erronée, des événements au niveau empirique n'est pas synonyme d'absence des deux strates précédentes. Pour reprendre l'exemple du livre et du bureau, la non-observation du mouvement (chute) du livre vers le sol, qui est en réalité l'observation d'une inertie (un événement), ne signifie pas qu'il n'y a pas d'événement (strate de l'Actuel) ou qu'il n'y a pas

⁵⁵ Les mécanismes sont ce qui fait que les choses se produisent dans le monde matériel (Bygstad *et al.*, 2016 p.85 ; Wynn & Williams, 2012 p. 791). Ils correspondent à des processus fondamentaux impliqués dans, ou responsables de, une action, une réaction, ou un phénomène naturel (Merriam-Webster.com/dictionary consulté le 14 juin 2021).

d'interaction gravitationnelle à l'œuvre (mécanisme de la strate du Réel⁵⁶). Comme on peut le constater, les trois strates sont encastrées et la strate Empirique est un sous-ensemble de l'Actuel, qui est lui-même un sous-ensemble du Réel (Tsang, 2014) comme le Tableau 1.5 le résume.

	Strate du <i>Réel</i>	Strate de l' <i>Actuel</i>	Strate de l' <i>Empirique</i>
Mécanismes	X		
Événements	X	X	
Observations	X	X	X

Tableau 1.5 : Les strates de la réalité selon la perspective du réalisme critique (adapté de Bhaskar, 1975 p.13 ; Wynn & William, 2012 p.791)

En tenant compte de cette décomposition en strates, l'acquisition de connaissances sur la réalité du monde implique pour le chercheur réaliste critique de partir des observations empiriques pour aller vers des structures possibles (réelles), puis de théoriser sur les mécanismes émergeant de ces structures et capables d'entraîner, d'expliquer, les observations empiriques en question (Mingers, 2004 p.95 ; Mingers *et al.*, 2013 p.797 ; Wynn & Williams, 2020 p.52). Une telle approche d'acquisition de connaissances est souvent désignée comme un mode abductif d'inférence (Mingers *et al.*, 2013 ; Wynn & Williams, 2020). Elle est présentée plus en détail dans la section suivante.

1.4.1.4 Le raisonnement : comment devons-nous raisonner ?

Dernier des quatre principaux sous-domaines de la philosophie que mentionnent Hassan *et al.* (2018), le raisonnement correspond au processus logique utilisé pour acquérir des connaissances sur la réalité et l'intransitivité du monde qui nous entoure. Plus formellement, le raisonnement représente le processus de pensée ; il s'appuie sur la logique qui « fournit les règles suivant lesquelles nous savons que notre processus de pensée peut être fiable » Hassan *et al.* (2018 p.268). La logique concerne en effet les conditions de validité du

⁵⁶ La strate du *Réel* et ses mécanismes sont souvent inobservables. C'est parfois aussi le cas pour la strate de l'*Actuel*. Elles sont inférées de manière abductive à partir des observations de la strate de l'*Empirique*. Il convient toutefois de préciser que cela ne veut pas dire que ces deux strates ne sont en aucun cas observables (Easton, 2010 p.123 ; Wynn & Williams, 2012 p.794). Elles peuvent l'être, selon le contexte. Le cas échéant, elles ne peuvent en revanche pas être observées en totalité. Comme le précise Easton (2010 p.123), nous ne pouvons en observer qu'une partie. Et cela ne veut pas dire que « les trois quarts invisibles ne sont pas là où n'ont aucun lien avec ce que nous observons ».

raisonnement ou la structure et les principes de l'inférence correcte. Elle traite de la forme de l'argument (Bunnin & Yu, 2004 p.392). De manière cohérente, plusieurs travaux en management (Hassan *et al.*, 2018 ; Ketokivi & Mantere, 2010 ; Mantere & Ketokivi, 2013) indiquent que le raisonnement est instancié sous forme d'argument. Trois principales formes de raisonnement peuvent être distinguées dans la recherche scientifique (Becker & Niehaves, 2007 ; Mantere & Ketokivi, 2013 ; Mingers, 2004) : 1- La *déduction*, qui procède logiquement pour dériver une conclusion sur un contexte particulier ou spécifique à partir de prémisses générales ou de lois universelles. Cela correspond à une procédure d'inférence du particulier. 2- L'*induction*, en revanche, procède à partir de données empiriques d'un contexte particulier pour dériver des règles ou des lois générales. En d'autres termes une procédure d'inférence d'une loi générale, qui est également appelée inférence théorique (voir Williams, 2000 p.218). 3- L'*abduction*, d'un point de vue quelque peu différent de l'induction, établit un lien explicatif entre le particularisme d'un contexte spécifique et la loi générale. Autrement dit une procédure d'inférence de l'explication (voir Ketokivi & Mantere, 2010 p.319 ; Mantere & Ketokivi, 2013 p.72).

Comme mentionné ci-dessus, le réalisme critique s'appuie sur la démarche de raisonnement par abduction, qui présente « un ensemble de propositions théoriques concernant les forces causales qui pourraient exister pour expliquer un phénomène donné » (Williams & Wynn, 2018 p.318). Le raisonnement abductif procède selon deux voies concurrentes, parfois utilisées ensemble dans une même étude, à savoir la rétroduction et la rétrodiction.

La rétroduction est l'approche de raisonnement abductif la plus fréquemment mentionnée dans la littérature en MSI sur le réalisme critique. Par exemple, Hassan *et al.* (2018 p.273) rapportent que l'approche du réalisme critique s'appuie sur le processus logique de rétroduction pour relier ce qui est observé en rapport au phénomène étudié aux mécanismes causaux. La rétroduction suppose que les explications inférées sur la structure causale ou les

mécanismes à l'œuvre ne sont souvent pas fondées sur des théories existantes qui auront guidé leur mise au jour (Williams & Wynn, 2018). Au lieu de cela, le chercheur va s'appuyer sur sa perception et procède par analogie et métaphore. Lawson (1998 p.156) résume ainsi la procédure de raisonnement réductif : elle est « susceptible de fonctionner selon une logique d'analogie ou de métaphore et de s'appuyer fortement sur la perspective, les croyances et l'expérience du chercheur ». Bhaskar (1998 p.xvii) ajoute que les explications théoriques mises au jour ici résultent de la méthodologie DREI. À savoir, la *description* des événements observés, la *réduction* des causes ou mécanismes explicatifs possibles, l'*élimination* des alternatives insatisfaisantes, l'*identification* (ou la sélection) des mécanismes ou structures causales corrects. D'autre part, Tsang (2014) suggère deux façons de procéder à l'inférence réductive, sur la base des travaux de Bertilsson (2004) : 1- La *réduction créative*. Comme le chercheur ne peut généralement pas s'appuyer sur le matériel cognitif existant, il doit inventer (Tsang, 2014 p.181) les mécanismes ou la structure causale qu'il pense être les plus appropriés pour expliquer le phénomène observé. 2- La *méta réduction*. Ici, le chercheur procède par une remise en cause radicale requise par le phénomène observé. À cet égard, Bertilsson (2004 p.379) note que « il y a des observations qui ne correspondent pas à nos attentes ou à notre appareil conceptuel, et qui exigent que nous pensions « à nouveau » ». Il est néanmoins utile de noter que selon le contexte, le chercheur peut, parfois, s'appuyer aussi sur les théories et connaissances existantes pour identifier des mécanismes ou des chaînes causales plausibles. En procédant par réduction, le chercheur doit également admettre que ses analyses ne sont pas définitives ou n'ont pas une validité absolue, et donc que des explications concurrentes peuvent être proposées (Bhaskar, 1998 ; Mingers, 2004 ; Tsang, 2014 ; Wynn & Williams, 2020)

Pour la réduction, le chercheur s'appuie sur les connaissances et théories existantes pour inférer des explications susceptibles d'éclairer le phénomène observé et les mécanismes du

monde intransitif. « La rétrodiction suppose que nous disposons de connaissances transitives sur les mécanismes sous-jacents à un phénomène donné, que nous utiliserons pour les appliquer à un nouveau contexte » (Williams & Wynn, 2018 p.318). Dans le même ordre d'idées, Bhaskar & Lawson (1998 p.5) notent que cette procédure abductive « impliquera de s'appuyer sur le matériel cognitif existant, et d'opérer sous le contrôle de quelque chose comme une logique d'analogie et de métaphore, pour construire une théorie d'un mécanisme qui, s'il devait fonctionner de la manière présupposée, pourrait rendre compte du phénomène en question ». En termes de méthodologie, l'explication abductive basée sur la rétrodiction résulte d'une approche appelée RRRE (Bhaskar, 1998 p.xvii). À savoir, l'application de l'explication par la *résolution* d'un événement complexe en ses composantes, la *redescription* théorique de ces composantes, la *rétrodictio*n vers les antécédents possibles des composantes, et l'*élimination* des alternatives non satisfaisantes. Pour mettre en œuvre une inférence rétrodictive, deux approches peuvent être utilisées (Tsang, 2014) : 1- La *rétrodictio*n *surcodée*. Les mécanismes expliquant le phénomène apparaissent, de manière automatique ou semi-automatique, évidents, en s'appuyant sur les connaissances existantes. 2- La *rétrodictio*n *sous-codée*. Plusieurs mécanismes plausibles peuvent correspondre au phénomène observé, et le chercheur sélectionne le plus probable, en partant des spécificités du contexte. Ici aussi, le chercheur admet que ses explications ne sont pas définitives. Conformément à la relativité épistémique discutée plus haut, les deux modes d'inférence rétrodictive peuvent être regroupés sous la procédure d'inférence de la meilleure explication (IBE⁵⁷).

En termes simples, la procédure IBE, de manière cohérente avec les travaux de Peirce (1931) et de Bhaskar (1975), revendique que le chercheur, en position de raisonneur actif, est toujours celui qui peut sélectionner la meilleure explication parmi les différentes alternatives

⁵⁷ Inference to the Best Explanation

concurrentes (voir Ketokivi & Mantere, 2010 p.319). Cependant, alors que certains (Mingers *et al.*, 2013 ; Tsang, 2014) recommandent de tester la théorie pour identifier l'explication la plus pertinente, et que d'autres (Wynn & Williams, 2012, 2020) suggèrent de présenter plusieurs explications concurrentes et de justifier ensuite la non-pertinence de celles qui sont éliminées, la procédure IBE telle que l'expliquent Ketokivi & Mantere (2010 p.319) présente plus simplement des critères pragmatiques comme l'intérêt, l'utilité, la simplicité, la possibilité de conservation⁵⁸, la nouveauté de l'explication proposée, pour rendre compte de la structure causale ou des mécanismes à l'œuvre pour le phénomène observé. Dans le cas d'une étude unique, une perspective simple et pragmatique comme celle-ci est particulièrement utile pour proposer des inférences et des théories plausibles comme nous tentons de le faire dans les deux études empiriques distinctes développées dans cette thèse.

Au total, que la procédure d'inférence soit de type réductif ou réductif, l'objectif reste le même : fournir des explications plausibles du phénomène observé. À cet égard, les deux peuvent être schématisées comme résumé sur la Figure 1.6 que propose Tsang (2014).

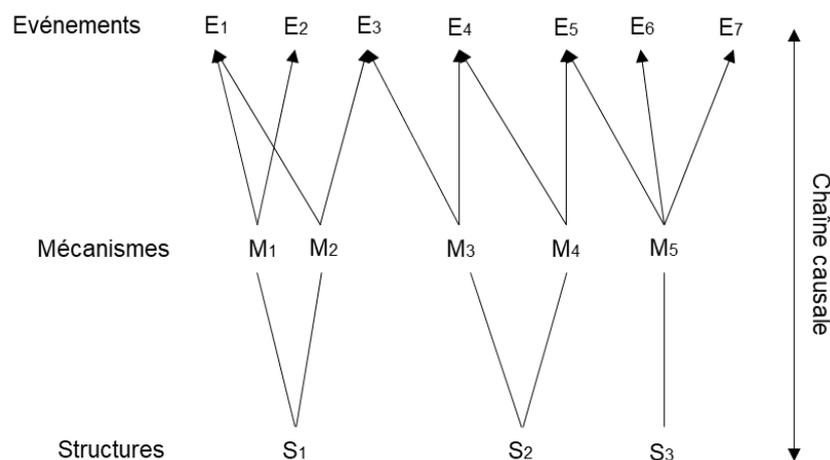


Figure 1.6 : La procédure d'inférence abductive (adaptée de Tsang, 2014 p.177)

La description du mode de raisonnement sur lequel s'appuient nos analyses conclut notre présentation des fondements philosophiques de la recherche doctorale présentée dans ce

⁵⁸ Les concepts n'ont pas besoin d'être renommés.

manuscrit. Dans la section à venir, nous présentons l'approche de théorisation mobilisée, le réalisme critique étant reconnu comme particulièrement adapté pour aller au-delà des théories existantes (Rowe, 2018).

1.4.2 Théorisation

Au début de cette partie introductive du manuscrit, nous avons rappelé en nous appuyant sur la littérature (Baiyere *et al.*, 2021 ; Baum & Haveman, 2020 ; Burton-Jones *et al.*, 2021) que la diffusion accélérée des technologies numériques émergentes comme l'IoT et les bouleversements qui s'ensuivent commande une théorisation nouvelle. Mais qu'est-ce que la théorie ? À quoi correspond le terme « nouvelle théorisation » ? Il est important de répondre à ces questions et de souligner à nouveau l'importance de la théorie en MSI et en management en général. Plusieurs académiques séniors (ex. Avison & Malaurent, 2014 ; Dennis, 2019 ; Hirschheim, 2019) de notre discipline remettent parfois en cause le caractère central et indispensable de la théorie pour le développement du management des systèmes d'information, et appellent la communauté à être moins exigeante à propos de la théorisation (Burton-Jones *et al.*, 2021 ; Gregor, 2006 ; Hassan & Willcocks, 2021).

1.4.2.1 Qu'est-ce que la théorie ?

Comme l'indique Shirley Gregor (2006), la théorie peut être comprise de différentes manières. Elle expose alors une vision pluraliste et plus inclusive où les théories correspondent à « des entités abstraites qui visent à décrire, expliquer et améliorer la compréhension du monde et, dans certains cas, à fournir des prédictions sur ce qui se passera dans le futur et à donner une base pour l'intervention et l'action » (p.614). La proposition de Gregor est une tentative de réponse aux plaintes récurrentes en MSI (ex. Hirschheim, 2019) et en management en général, pointant le caractère trop restrictif du statut de théorie, et donc la nécessité d'assouplir les caractéristiques ou les conditions nécessaires pour prétendre au statut

de théorie. Par exemple, Mueller & Urbach (2017 p.354) expliquent qu'une théorie requiert trois constituants qui doivent être réunis. 1- Les *construits*, qui sont les concepts fondamentaux dont traite la théorie. 2- Les *propositions*, qui présentent les relations entre les construits mobilisés. 3- Les *limites*, qui précisent et délimitent le contexte de pertinence de la théorie (ex. le contexte ou la culture nationale ou organisationnelle, la portée temporelle, l'espace). Gregor (2006) ajoute un quatrième constituant, la *testabilité* (ou falsifiabilité), qui nous rappelle que les propositions doivent être testables. En tenant compte des exigences qu'impliquent ces constituants, une théorie peut être considérée comme « un énoncé de relations entre des concepts au sein d'un ensemble de présomptions et de contraintes limites » (Bacharach, 1989 p.496). Cette définition est similaire à celle que mentionne Cohen (1980 p.171) et reprise par Williams & Wynn (2018) où la théorie fait référence à « un ensemble d'énoncés universels interreliés, dont certains sont des définitions et d'autres des relations supposées vraies, ainsi qu'une syntaxe, un ensemble de règles pour manipuler les énoncés afin d'arriver à de nouveaux énoncés ». Dans cette définition de Cohen, on peut noter le mot « syntaxe ». Ce terme suggère un accent mis sur la communication et l'aspect linguistique de la théorie. En effet, la théorie doit communiquer correctement la pensée de son auteur et son analyse du phénomène étudié. La perspective communicative et linguistique de la théorie est particulièrement mise en avant par Hassan & Willcocks (2021) qui suggèrent qu'elle peut concilier les différentes significations de la théorie, à la fois stricte et plus ouverte. Ils appellent donc à considérer les théories comme des outils de communication, et indiquent qu'en tant qu'académiques et en tant que communauté, nous « devons seulement comprendre comment la théorie communique son contenu » (p.12). Leur appel fait écho à celui de Burton-Jones *et al.* (2021) qui insistent également sur la nécessité d'actualiser notre perception de la théorie. Ils soulignent quatre changements nécessaires dans la façon de voir les théories. 1- La théorie doit être considérée comme une *conversation intellectuelle* plutôt que comme un

produit intellectuel. Selon ce premier changement, les théories devraient plutôt être considérées comme « un ensemble évolutif d'idées qui émergent et changent au fil du temps au sein des communautés de chercheurs et entre elles ». La philosophie réaliste suggère un point de vue similaire, le monde qui nous entoure étant en constante évolution. Par exemple, Manicas (1998 p.320) affirme que « la théorie est continuellement révisable, non pas simplement dans le sens où de nouvelles théories remplacent ou modifient les anciennes, mais dans le sens où la *réalité*⁵⁹ change ». Dans un article spécifique, la théorie n'est qu'une version « stabilisée entre une équipe d'auteurs et d'évaluateurs à un moment donné » ajoutent Burton-Jones *et al.* (2021 p.306). 2- La théorie est davantage une *approche* qu'une vérité. La théorie est une approche pertinente pour examiner le phénomène étudié. Il est nécessaire d'avoir « une diversité d'approches car le monde est complexe et ne peut être cantonné à une seule perspective »⁶⁰ (op. cit.). 3- La théorisation peut être un *engagement réfléchi*, et pas seulement un pur travail de bureau. La théorisation peut « se produire dans et par la pratique sur le terrain et pendant la conception » (op. cit.). 4- La théorie est *performative*, et pas simplement représentative. Au lieu de considérer les théories comme des images simplifiées de ce qui se passe dans le monde, il faut plutôt les voir comme décrivant et produisant simultanément le monde. Elles sont « donc des 'modèles de' et des 'modèles pour' le monde. Elles peuvent faire la différence entre les événements et la mise en action de la réalité » (op. cit.).

Considérant la variété des significations de la théorie et le besoin d'évolution sur ce qu'une théorie devrait être (Burton-Jones *et al.*, 2021 ; Gregor, 2014 ; Hassan & Willcocks, 2021 ; Hirschheim, 2019), les chercheurs en MSI, ainsi qu'en management, distinguent différents types de théories valides pouvant être développées (voir Gregor, 2006 ; Hassan & Willcocks, 2021 ; Makadok *et al.*, 2018 ; Muller & Urbach, 2017 ; Sandberg & Alvesson, 2020 ; pour un

⁵⁹ Emphase originale.

⁶⁰ Cela renvoie, dans une certaine mesure, à la relativité conceptuelle ou épistémique mentionnée p.43-44

aperçu de la variété des types de théories possibles). Mais dans le cadre de ce manuscrit, nous nous focalisons particulièrement sur un type, qui est probablement celui considéré par la plupart des académiques en MSI et en management en général comme l'archétype de la « théorie avec un T majuscule » (Hassan & Willcocks, 2021 p.21). Dans sa taxonomie, Gregor (2006) a baptisé ce type les théories explicatives et prédictives. Nous en discutons plus en détail ci-dessous.

1.4.2.2 Les théories explicatives et prédictives

En convoquant le réalisme critique comme fondement philosophique et épistémologique sous-jacent à notre travail de recherche, notre objectif⁶¹, en suivant les recommandations de plusieurs académiques en MSI (Mingers, 2004 ; Mingers *et al.*, 2013 ; Tsang, 2014 ; Williams & Wynn, 2018), est de développer des théories capables d'éclairer comment les organisations réalisent (explication) ou peuvent réaliser (prédiction) de la valeur en routinisant l'IoT. Les théories explicatives et prédictives (EP) nous semblent donc le type approprié dans le cadre de notre travail. Pour ce type de théorie, on distingue deux aspects interdépendants, à savoir l'explication d'une part, et la prédiction d'autre part.

Explication. Pour Manicas (1998 p.324), la théorisation dans les sciences sociales consiste à vouloir « comprendre ce qui se passe dans la société ». Comme théoriciens en sciences sociales, « nous devons avoir une compréhension des structures sociales et de leurs tendances, pour savoir comment elles sont reliées et quels sont leurs effets ». De manière cohérente, Gregor (2006, p.624) souligne que la théorie pour expliquer peut valablement être qualifiée de *théorie de la compréhension*⁶². En d'autres termes, la compréhension est au cœur des sciences sociales, y compris en MSI. Elle est au cœur de la science en général, avec des termes connexes comme éclairage, explication (Hassan & Willcocks, 2021), et peut être obtenue

⁶¹ Le terme objectif ici correspond à l'expression *causa finalis* suggérée par Gregor (2006 p.619), qui signifie finalité. L'objectif répond à la question de savoir à quoi sert la théorie.

⁶² Emphase originale.

principalement grâce à « l'explication ». En ce qui concerne le réalisme critique, l'explication joue un rôle fondamental dans la représentation des mécanismes à l'œuvre et conduisant à l'explanandum⁶³ (Outhwaite, 1998 p.292). Par conséquent, théoriser dans l'approche du réalisme critique correspond à expliquer un phénomène d'intérêt en présentant les mécanismes causaux sous-jacents (Williams & Wynn, 2018). Lorsque la théorie implique une explication, « elle est intimement liée aux idées de causalité » ajoute Gregor (2006 p.617). Plus précisément, la théorisation selon l'approche du réalisme critique vise à développer des explications en (Williams & Wynn, 2018 p.317) : 1- identifiant les observations et les faits qui constituent le phénomène d'intérêt ; 2- utilisant le matériel cognitif existant pour représenter ces observations et ces faits en termes de structures et d'événements abstraits ; 3- faisant l'hypothèse (en utilisant l'analogie et la métaphore) de l'existence et de la mise en œuvre d'un ensemble de mécanismes qui rendent compte du phénomène (et des événements) ; ces « mécanismes acquièrent une valeur épistémique même s'ils restent sujets à une falsification ou une modification ultérieure, à l'instar des théories plus conventionnelles » (Williams & Wynn, 2018 p.318) ; 4- corroborant de manière empirique l'existence et le fonctionnement des mécanismes dont on a fait l'hypothèse et de leur effet.

Prédiction. Si l'explication n'est pas systématiquement reliée à la prédiction (Outhwaite, 1998 p.292), un examen plus approfondi indique que la frontière entre les deux est mince, car l'explication peut offrir des capacités de prédiction (Hassan & Willcocks, 2021). En effet, « la capacité à faire des prédictions à partir de la théorie peut dépendre de la connaissance des connexions causales », autrement dit de l'explication (Gregor, 2006 p.617). En pratique, la prédiction prend la forme de propositions testables, qui en MSI n'ont qu'une certitude approximative ou probabiliste (Gregor, 2006). Les propositions peuvent être très simples et non relationnelles. Dans ce cas, elles prennent la forme d'assertions simples et hautement

⁶³ Ce qu'on cherche à expliquer (Hassan & Willcocks, 2021 p.23).

certaines comme « tous les hommes sont mortels » (Hassan & Willcocks, 2021 p.13). D'autre part, les propositions peuvent être, et sont souvent, relationnelles. Elles « relient alors les changements d'une entité aux changements d'une autre » (Hassan & Willcocks, 2021 p.13). Au-delà d'être falsifiables, la prédiction et les propositions peuvent guider l'action (Gregor, 2006 p.618). Signalons aussi que dans le cadre des études empiriques, la prédiction reflète les généralisations empiriques (Gregor, 2006 ; Hassan & Willcocks, 2021). De même, plusieurs méthodes de recherche peuvent être utilisées en lien avec la théorie de type EP, « notamment les études de cas, les enquêtes quantitatives, les études d'archives, les expérimentations, l'approche de la théorie enracinée, les quasi-expérimentations, l'analyse statistique et les études ethnographiques » (Gregor, 2006 p.628).

Le rapprochement des deux aspects présentés ci-dessus forme la théorie de type EP, qui vise à répondre à des questions telles que qu'est-ce qui, comment, pourquoi, quand, et qu'est-ce qui sera. Elle offre à la fois la compréhension des mécanismes causaux sous-jacents, et la prédiction, ainsi que la description des construits théoriques et des liens entre eux. Elle s'appuie sur des mots d'action comme « conduit à », « influence », « contraint », « change », « détermine » (Gregor, 2006).

Quel que soit le type de théorie, la littérature (Gregor, 2006 ; Hassan & Willcocks, 2021 ; Muller & Urbach, 2017 ; Williams & Wynn, 2018) rapporte qu'elle peut être classée suivant un continuum en fonction de sa portée et de son niveau d'abstraction. À l'une des extrémités de ce continuum se trouvent les méta-théories, qui correspondent à un très haut niveau d'abstraction. Elles fournissent un moyen de réfléchir au développement d'autres théories (Gregor, 2006). Sur ce continuum sont également classées des théories baptisées grandes théories. Elles proposent aussi un haut niveau d'abstraction et traitent de tous les aspects d'un phénomène, sans limite dans le temps ou dans l'espace, sans s'appuyer sur des données empiriques concrètes, et offrent un haut niveau de généralisabilité (Gregor, 2006 ; Hassan &

Willcocks, 2021 ; Muller & Urbach, 2017 ; Williams & Wynn, 2018). À l'autre extrémité du continuum se trouvent les théories principalement fondées sur des données empiriques associées à un phénomène d'intérêt (Williams & Wynn, 2018). Entre ces deux extrêmes existent des théories de niveau intermédiaire en termes d'abstraction, de portée limitée, comme celles développées dans notre travail. Les théories de niveau intermédiaire sont modérément abstraites, ont une portée limitée et peuvent facilement conduire à des propositions testables (Gregor, 2006 p.616). À la suite des précisions concernant le type et le niveau des théories développées dans notre travail, nous discutons ensuite de la nécessité de théoriser.

1.4.2.3 Pourquoi la théorie ?

En tant qu'académiques, nous ne pouvons nous passer de théories. Nos traditions et pratiques, dans la recherche comme dans l'enseignement, sont fondamentalement basées sur des théories, produites par nos collègues et par nous-mêmes. « La théorisation est le moteur intellectuel d'une communauté savante », écrivent par exemple Burton-Jones *et al.* (2021 p.301). En d'autres termes, notre raison d'être nous commande un usage intensif des théories. Dans le même ordre d'idées, Hassan & Willcocks (2021 p.29) indiquent que « la priorité académique est donnée d'abord à ceux qui peuvent construire des théories originales et intéressantes, ensuite à ceux qui peuvent les utiliser efficacement, et enfin à ceux qui les comprennent ». La théorie est souvent pratique, en particulier en MSI et dans les disciplines sœurs du management (voir Ployhart & Bartunek, 2019 pour un bref aperçu), où elle traite de phénomènes et de pratiques réels. Ce faisant, elle contribue à améliorer notre compréhension et notre connaissance de ces phénomènes et pratiques, et à guider les actions des praticiens, des décisionnaires, etc. Kurt Lewin (1951 p.169) écrit de manière cohérente que « il n'y a rien de plus pratique qu'une bonne théorie ». Faire de la théorie est donc dans notre ADN de

chercheurs en sciences sociales et représente l'un des fondements existentiels des académiques.

Certains chercheurs de référence en management comme Peter Drucker, en formulant des critiques à l'encontre du MSI affirment que l'information, et non la technologie, devrait être au cœur de notre discipline (Hassan & Willcocks, 2021 p.36 ; Markus, 1999 p.200-201). Dans une certaine mesure, nous partageons ce point de vue, car l'accès à la bonne information au bon moment est l'un des objectifs de l'usage de la technologie. Et une grande partie de notre réflexion et de notre théorisation en MSI est orientée vers la compréhension des manières dont les utilisateurs peuvent tirer parti de l'information. Cependant, la technologie a également son importance. En effet, les informations auxquelles il est possible d'accéder, et dont on peut tirer bénéfice par l'usage de technologies ubiquitaires comme l'IoT sont sensiblement différentes de celles fournies par les technologies précédentes. Les fonctionnalités *everyware* ou d'inversion temporelle évoquées plus haut (p.16,21) illustrent par exemple la manière dont une technologie ubiquitaire comme l'IoT permet de tirer parti de l'information de nos jours. Par conséquent, les bénéfices espérés ou expérimentés par les utilisateurs sont sensiblement différents. Lee (2001 p.iii) nous rappelle à juste titre que la discipline des systèmes d'information est orientée vers l'étude des phénomènes sociotechniques qui résultent de l'interaction entre la *technologie*⁶⁴ et le système social (les utilisateurs et leur environnement). Dans le même ordre d'idées, Sarker *et al.* (2019 p.696) indiquent que *l'axe de cohésion*⁶⁵ de notre discipline est l'approche sociotechnique, c'est-à-dire une approche qui « considère les artefacts techniques ainsi que les individus/collectifs qui développent et utilisent les artefacts dans des contextes sociaux (par ex. psychologiques, culturels et économiques) ». En MSI, la technologie ne peut alors être exclue de l'analyse et

⁶⁴ Emphase ajoutée.

⁶⁵ Emphase originale

du développement théorique. Néanmoins, elle doit être étudiée en fonction de son impact dans les contextes sociaux.

En prenant en considération l'ensemble de ces éléments, la discipline du MSI doit donc continuer à développer des théories, car les phénomènes résultant de l'usage des technologies digitales récentes sont différents de ceux qu'ont pu générer les technologies précédentes. Comme mentionné ci-dessus, l'ère actuelle de l'informatique ubiquitaire est différente des précédentes. De même, l'IoT apporte aux organisations des possibilités et des capacités sans précédent. Par conséquent, « nombre de nos théories ne suffiront probablement pas à relever les nouveaux défis actuels. Nous appelons la communauté scientifique à repenser nos théories et à en créer de nouvelles pour nous guider » (Burton-Jones *et al.*, 2021 p.301). Dans le même ordre d'idées, Ployhart & Bartunek (2019 p.496) écrivent que « embrasser pleinement les phénomènes contemporains peut conduire à des développements théoriques plus innovants ». Dans la section suivante, nous présentons la méthode de théorisation principalement utilisée dans le manuscrit.

1.4.2.4 Comment théoriser ?

Proposer une nouvelle théorie correspond « à de nouvelles façons de penser s'écartant de manière *significative*⁶⁶ des modèles existants de théorisation et où ce changement récompense l'érudition en révélant de nouvelles voies significatives d'investigation » (Burton-Jones *et al.*, 2021 p.302). Diverses approches peuvent être convoquées pour entreprendre le développement d'une nouvelle théorie. En combinant deux dimensions, à savoir les phénomènes (actuels ou nouveaux) et les théories (la possibilité d'utiliser des théories existantes ou d'en inventer de nouvelles), Burton-Jones *et al.* (2021) suggèrent quatre façons de développer de nouvelles théories. 1- *Remplacer*, qui conduit les chercheurs à remplacer les théories existantes par de nouvelles théories pour mieux comprendre un phénomène SI actuel.

⁶⁶ Emphase originale

2- *Reformuler*, qui correspond à la possibilité de démêler et de modifier une théorie existante de sorte qu'elle offre de nouvelles perspectives sur un phénomène actuel. 3- *Étendre*, où le chercheur développe de manière significative certaines théories existantes afin que la théorie qui en résulte puisse expliquer un nouveau phénomène en MSI. 4- *Envisager*, qui conduit le chercheur à développer une théorie entièrement nouvelle offrant un éclairage sur un nouveau phénomène.

Conformément au fondement épistémologique de notre travail qui favorise la mobilisation du matériel cognitif existant, nous convoquons la stratégie de l'extension pour effectuer nos développements théoriques et examiner l'usage de l'IoT comme un phénomène émergent, nouveau. Cette approche de théorisation correspond à de l'élaboration de théorie, une approche pouvant être considérée comme une forme de raisonnement abductif (Fisher & Aguinis, 2017 p.443). En effet, l'élaboration de théorie « implique l'utilisation d'idées conceptuelles préexistantes ou d'un modèle préliminaire. ... L'élaboration de théorie consiste également à améliorer les théories afin qu'elles puissent rendre compte et expliquer avec précision les observations empiriques » (Fisher & Aguinis, 2017 p.441). Cette stratégie de théorisation procède par trois formes d'avancement de la théorie (Fisher & Aguinis, 2017 p.441). 1- *Contraster*, qui implique d'utiliser les construits et les relations théoriques de la théorie existante dans des contextes, ou à des niveaux d'analyse, différents de ceux d'origine. 2- *Spécifier*, où le chercheur propose des construits plus clairs, plus pertinents et une meilleure compréhension des relations impliquant ces construits. 3- *Structurer*, une « tactique dans laquelle les relations théoriques sont élaborées de manière à ce qu'elles décrivent et expliquent avec précision les observations empiriques. Elle peut se concentrer sur l'identification de relations qui n'ont pas été identifiées auparavant, ou sur l'explication de relations complexes liées à des interactions séquentielles ou répétées qui n'ont pas été pleinement prises en compte dans la théorie antérieure » (op. cit.).

Pour notre travail, ce sont principalement sur les stratégies de contraste et de structuration que nous nous appuyons. Par exemple, dans la première partie, le cadre théorique développé pour analyser la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations s'appuie sur et étend les théories de Makadok (2001) et de Teece (1986) à propos de la création de la valeur dans le contexte d'une innovation technologique. Dans le prolongement de la discussion que propose cette première partie, nous développons dans la deuxième partie un cadre théorique qui éclaire les changements du BM. Constituant une forme de valeur (Gregor *et al.*, 2006 p.252) résultant de l'usage de l'IoT, les changements de BM sont ici examinés au moyen d'un cadre théorique combinant le PFI (Teece, 1986) et la théorie des ressources de Penrose (1959). Le cadre théorique développé dans cette deuxième partie étend le champ d'application de ces théories pour inclure l'analyse de la matérialisation d'une forme de valeur autre que la maximisation de rentes économiques pour laquelle elles avaient été imaginées. La dernière partie du manuscrit prolonge à son tour les discussions que développe les deux premières parties en examinant les reconfigurations et changements de processus opérationnels qui correspondent à d'autres formes de la valeur de la technologie pour les organisations. Cette troisième partie qui se focalise sur le contexte manufacturier développe une nouvelle structuration de la théorie de la Stratégie Industrielle (Skinner, 1969), une théorie classique qui éclaire comment sont orchestrés les processus opérationnels par les organisations manufacturières pour concrétiser la rente économique.

Après notre discussion sur le développement de la théorie dans le cadre de cette recherche doctorale, nous présentons brièvement les méthodes de recherche convoquées.

1.4.3 Méthodes

Le réalisme critique admet de multiples méthodes, tant qualitatives que quantitatives (Mingers, 2004 ; Mingers *et al.*, 2013 ; Tsang, 2014 ; Wynn & Williams, 2020). De manière cohérente, la théorie de type EP est compatible avec différentes méthodes de recherche

(Gregor, 2006). En conséquence, nous nous appuyons sur deux démarches empiriques dans notre travail. Dans la deuxième partie, nous développons et exploitons une procédure de méta-analyse pouvant être considérée comme une méthode mixte (quali-quant). Dans la troisième partie, nous nous appuyons sur une approche d'étude de cas.

1.4.3.1 La méta-analyse

L'objectif fondamental de la méta-analyse est d'agréger les résultats de plusieurs études examinant des relations théoriques similaires concernant un même phénomène d'intérêt. Ce faisant, elle permet de créer des super-échantillons ou un échantillon à partir de nombreux échantillons pour estimer la direction, la taille et la variance des relations théoriques (Combs *et al.*, 2019 p.2). Cependant, et au-delà de cet objectif premier, les méta-analyses sont aujourd'hui utilisées pour développer de nouvelles théories (Combs *et al.*, 2019 ; Habersang *et al.*, 2019 ; Rauch *et al.*, 2014). Diverses procédures, tant quantitatives que qualitatives, peuvent être mises à profit pour réaliser une méta-analyse. Cependant, à la mi-2017, lorsque nous avons entrepris l'étude que présente la deuxième partie, les publications empiriques dans la littérature académique en MSI, et plus largement dans les disciplines du management, examinant les changements de Business Models découlant de l'usage de l'IoT étaient rares. À cette époque, nous avons donc été confronté à une quasi-inexistence d'études académiques tant quantitatives que qualitatives portant sur ce sujet d'intérêt. L'application des procédures de méta-analyse classiques était alors impossible. À la place, nous avons développé et utilisé une nouvelle procédure qui peut être considérée comme mixte, car elle combine des analyses qualitatives et quantitatives. Au lieu d'utiliser les résultats d'études académiques, cette procédure exploite les résultats d'études managériales (c'est-à-dire réalisées par diverses organisations, notamment des consultants, des sociétés d'études de marché et des fournisseurs de technologie).

Au niveau qualitatif, nous avons utilisé une procédure d'inférence abductive qui renvoie à l'approche de la méta-analyse qualitative. En effet, la méta-analyse qualitative a pour fondement philosophique et épistémologique le réalisme. Elle permet d'agréger les résultats entre plusieurs études sur des aspects comparables du phénomène d'intérêt, et de développer des interprétations théoriques qui vont au-delà des résultats rapportés dans les études sélectionnées (Combs *et al.*, 2019 p.5-6 ; Rauch *et al.*, 2014). La méta-analyse qualitative peut inclure des données qualitatives et quantitatives (Rauch *et al.*, 2014 p.337). Dans notre étude, et conformément aux explications présentées ci-dessus à propos des fondements philosophiques et la théorisation, nous avons mis en œuvre une inférence rétrodictive suivant l'approche de la meilleure explication (IBE) pour interpréter les données disponibles dans les études managériales sélectionnées. Ces études cumulent ensemble un total de 8042 répondants.

Ensuite, pour le volet quantitatif, nous avons utilisé un algorithme pour réaliser une procédure calculatoire sur les données. Appartenant aux méthodes ordinales, la procédure calculatoire a comparé les construits théoriques inférés de manière rétrodictive par ordre de préférence et a mis en évidence les construits les plus (respectivement les moins) importants. Comme le rappellent Wynn & Williams (2020 p.53), dans l'approche du réalisme critique, les méthodes calculatoires et statistiques sont parfaitement adaptées pour établir les caractéristiques distinctives et les points communs entre des échantillons de grande échelle.

1.4.3.2 L'étude de cas

Dans la perspective du réalisme critique, les études de cas sont l'approche méthodologique la plus fréquemment utilisée au niveau empirique (Tsang, 2014 ; Wynn & Williams, 2020). Elles ouvrent sur des généralisations à la fois empiriques (par le biais des demi-régularités) et théoriques (par le biais de l'inférence abductive) (Tsang, 2014). Les demi-régularités font ici référence à des constantes faibles, des invariances partielles, des événements faiblement

réguliers, au niveau de la strate empirique (Lawson, 1997 ; Tsang, 2014 ; Wynn & Williams, 2020). Elles constituent des présomptions de « structures et de mécanismes durables à l'œuvre dans le domaine réel » (Tsang, 2014 p.179) et le « point de départ des études critiques » (Wynn & Williams, 2020 p.50). En MSI, nos phénomènes d'intérêt sont souvent sujets à des demi-régularités (Wynn & Williams, 2020 p.61). Dans la troisième partie du manuscrit, nous avons utilisé une approche d'étude de cas portant sur plusieurs (huit) organisations, une approche qui offre des possibilités de généralisation plus fortes, car les inférences s'appuient sur des observations empiriques croisées qui sont particulièrement adaptées à l'observation de demi-régularités. Dans cette partie de notre travail, nous avons étudié des entreprises opérant dans l'environnement manufacturier pour examiner comment l'usage de l'IoT entraîne une refonte de leurs Stratégies industrielles.

Dans cette section, nous précisons les démarches empiriques exploitées pour les besoins de nos analyses dans ce travail doctoral. Ces précisions closent aussi la présentation du design global du travail. Dans la conclusion à suivre de la partie introductive du manuscrit, nous soulignons quelques contributions des discussions effectuées jusqu'à présent.

1.5 Conclusion

L'IoT est sous les feux de la rampe, car les praticiens comme les académiques le considèrent comme capable d'apporter des opportunités et des capacités sans précédent aux organisations. Dans cette partie introductive du manuscrit, nous avons convoqué les travaux sur l'histoire des SIs pour présenter certaines des opportunités distinctives que l'IoT, en tant que technologie ubiquitaire, ouvre pour les organisations. Plus largement, notre objectif dans cette introduction était de positionner notre principal sujet d'intérêt, la valeur de l'IoT pour les organisations, dans la recherche en MSI. Nous avons également pour objectif d'exposer les fondements philosophiques de notre travail. La présentation de ces différents éléments nous permet d'apporter deux principales contributions à la littérature en MSI.

L'étude de l'IoT dans la recherche en MSI. À notre connaissance, Baiyere *et al.* (2021) sont les premiers à entreprendre une discussion sur la façon dont l'IoT s'inscrit dans nos analyses et dans nos réflexions au sein de la communauté académique du MSI. Pour ce faire, ils présentent quatre éléments ou caractéristiques sur lesquels s'appuyer pour distinguer l'IoT des TIs conventionnelles. Nous complétons leur travail en soulignant une cinquième caractéristique distinctive que nous avons baptisée façonnabilité. Cet aspect distinctif supplémentaire s'inspire des travaux de Baskerville *et al.* (2020) sur le renversement ontologique et l'inversion temporelle. Cette caractéristique distinctive supplémentaire de l'IoT permet par exemple aux organisations, notamment manufacturières, de mettre en place de nouvelles pratiques opérationnelles (ex. des processus de qualité) comme discuté plus loin dans le manuscrit (troisième partie).

Les fondements philosophiques de l'étude de la valeur de la technologie en MSI. Bien qu'il existe un large éventail de travaux en MSI étudiant la valeur des TIs, ils ne se sont jamais, à notre connaissance, intéressés à l'essence de la valeur. En d'autres termes, l'approche contemplative de la valeur n'a jamais été discutée dans notre discipline, en particulier dans les revues de référence. Cela semble plutôt surprenant, car il est important de comprendre profondément un concept afin de pouvoir l'étudier efficacement comme le notent Hassan *et al.* (2018). À cet égard, nous sommes parti de la littérature en philosophie pour exposer plusieurs perspectives métaphysiques du concept de valeur. Ensuite, nous nous sommes appuyé sur Matthes (2015) pour indiquer que les différentes perspectives peuvent être intégrées pour mieux rendre compte de ce qu'est réellement la valeur. Transposée à la technologie et au contexte des organisations, une telle approche intégrative et réaliste stipule que la valeur de la technologie pour les organisations doit prendre en compte à la fois les considérations universelles économiques et stratégiques et les considérations idiosyncrasiques, positionnelles propres aux organisations. Certains travaux en MSI (Chan,

2000 ; Gregor *et al.*, 2006 ; Nielsen et Persson, 2017 ; Soh & Markus, 1995) attirent déjà l'attention sur certains aspects d'une telle approche réaliste. Mais ils semblent malheureusement peu pris en compte dans la littérature. Cela fait en effet plus de deux décennies que Yolande Chan a par exemple appelé à considérer ensemble les approches « hard » (aspects économiques et stratégiques mesurables) et « soft » (aspects plus sociaux, humanistes) de la valeur de la technologie (p.245). Elle avait noté par la même occasion que les « investissements TIs peuvent être utilement considérés comme des initiatives de changement organisationnel » (op.cit). En d'autres termes, le bénéfice ciblé en initiant l'investissement TI peut être le changement organisationnel. Une façon d'indiquer que le changement organisationnel (positif) peut représenter une valeur que cherche à concrétiser l'organisation en investissant dans une TI. Plus tôt encore, Soh & Markus (1995 p.36) indiquaient que plutôt que de se focaliser de manière excessive sur les indicateurs financiers, économiques, l'analyse de la valeur de la technologie doit s'appuyer sur une réalisation de la performance organisationnelle prenant en compte 1- l'atteinte des objectifs prédéfinis (étant entendu que ces objectifs ne sont pas forcément économiques), 2- le degré de satisfaction des parties prenantes comme les employés et les clients, 3- la capacité de l'organisation à accéder à des ressources rares qu'elle transformera de manière productive en des produits valorisés. En dépit de telles suggestions, la valeur de la technologie en MSI continue surtout d'être considérée par le prisme « hard », le prisme des indicateurs de productivité, des indicateurs économiques normés et mesurables. Les travaux défendant ces approches économiques comptent aujourd'hui parmi les plus influents dans notre discipline sur la thématique de la valeur de la technologie pour les organisations (ex. Grover *et al.*, 2018 ; Hitt & Brynjolfsson, 1996 ; Kohli & Grover, 2008 ; Melville *et al.*, 2004 ; Schryen, 2013). Ces travaux tiennent peu compte des suggestions de Soh & Markus (1995), de Chan (2000) ou encore de celles plus récentes de Gregor *et al.* (2006). Mais surtout, des développements récents en

philosophie (Matthes, 2015) indiquent qu'ils rendent insuffisamment compte de ce à quoi correspond réellement la valeur de la technologie, qu'ils reflètent peu son essence.

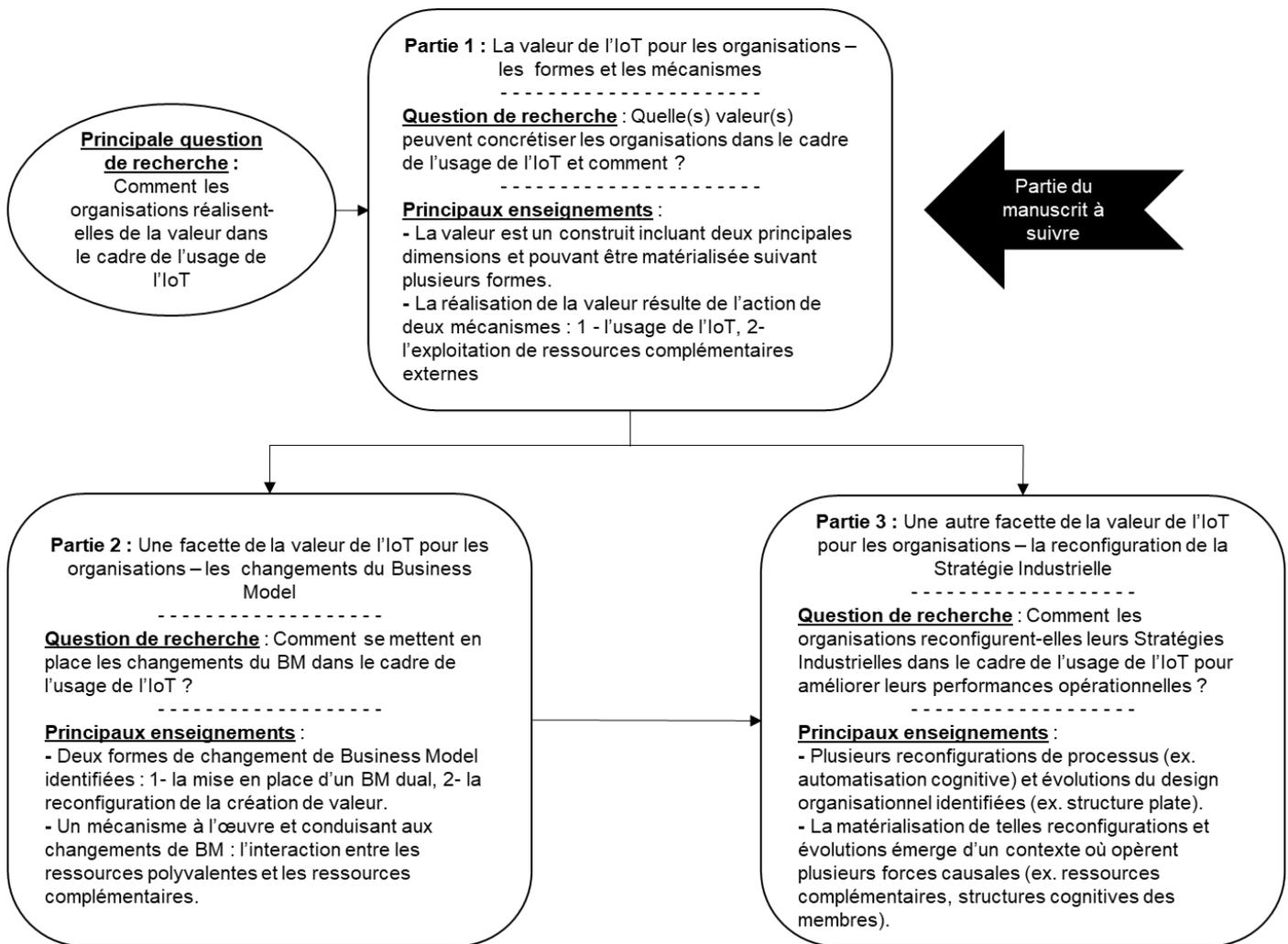


Figure 1.7 : Annonce de la partie 1 à suivre du manuscrit

Nous pensons alors comme Siponen & Tsohou (2018 p.601), ou comme Kornberger⁶⁷ (2017 p.1754), qu'il est utile d'exhorter les travaux en MSI sur la valeur de la technologie à étudier la littérature en philosophie, à prendre en compte les éclairages qu'elle offre, pour réexaminer en conséquence les fondamentaux en termes d'acquis et d'hypothèses dominantes concernant la valeur de la technologie. Les analyses que propose la partie introductive de notre manuscrit vont dans ce sens. Et la discussion que développe ensuite la première partie (Figure 1.7) sur la

⁶⁷ Kornberger (2017) s'appuie sur les travaux en philosophie du pragmatiste John Dewey (1913, 1939) pour souligner qu'il faut comprendre la valeur « non pas comme un nom mais comme un verbe, comme un acte de valorisation. La valorisation est accomplie à travers des pratiques qui constituent, comme leurs conséquences, des valeurs » (p.1754).

conceptualisation de la valeur de l'IoT prend en considération ces éclairages qu'offre la littérature en philosophie même s'ils ne sont pas inclus de manière explicite à la théorisation effectuée.

À noter toutefois que nous considérons la valeur de la technologie pour les organisations comme une réalité intransitive qu'explore notre travail dans une démarche transitive. Au-delà de ces contributions à la littérature en MSI, notre discussion dans cette partie introductive précise l'approche de théorisation et les méthodes de recherche qui sont exploitées dans le reste du manuscrit.

Première partie :

La valeur de l’IoT pour les organisations – les formes et les mécanismes générateurs

Résumé

Dans le prolongement des analyses qu’effectue l’introduction générale concernant l’ontologie du concept de valeur, nous développons dans cette première partie du manuscrit une conceptualisation de la valeur de la technologie pour les organisations. Nous nous inspirons notamment de la perspective de Matthes (2015) qui rappelle que la valeur inclut à la fois des aspects universels et des aspects idiosyncrasiques. La conceptualisation que nous développons est à notre avis réaliste et reflète davantage les pratiques organisationnelles que les conceptualisations que proposent les travaux influents en MSI. Notre conceptualisation définit la valeur de la technologie comme un construit multidimensionnel. Nos analyses mettent ensuite en exergue plusieurs formes potentielles de valeur que peuvent concrétiser les organisations qui routinisent la technologie, ici l’IoT. La discussion que propose cette première partie identifie aussi les mécanismes dont l’orchestration et les interactions conduisent à la matérialisation de la valeur de la technologie, à la concrétisation d’une ou plusieurs formes de valeur selon le contexte des organisations. La discussion présente également des paramètres individuels à prendre en compte pour l’examen de la réalisation de la valeur de la technologie, en l’occurrence la cognition et le dialogue. L’ensemble de ces analyses s’appuie sur un cadre intégrateur combinant deux théories complémentaires, le Profiting From – technological – Innovation (Teece, 1986) et les Capacités Dynamiques (Teece *et al.*, 1997). Nos analyses s’appuient aussi sur une revue des principaux enseignements que propose la littérature de référence en MSI examinant les bénéfices et la valeur de la technologie IoT pour les organisations. Plusieurs propositions testables sont présentées. Plusieurs questions de recherche sont aussi suggérées pour mettre en lumière des pistes potentielles pour les travaux futurs. En termes de contribution, cette première partie de notre manuscrit complète la littérature en MSI sur la valeur de l’IoT, et des TIs en général, pour les organisations en proposant une nouvelle conceptualisation et en présentant des mécanismes causaux.

Mots clés : IoT, Valeur pour les organisations, Compléments externes, Cognition, Dialogue.

Nous avons souligné ci-avant, en nous appuyant sur les éclairages qu'offre la littérature en philosophie et notamment Matthes (2015), que la valeur de la technologie pour les organisations ne peut être analysée en se focalisant uniquement, ou en dernier ressort, sur les aspects universels financiers, économiques, stratégiques, mesurables. Cette réflexion est prolongée dans cette première partie du travail où nous développons une conceptualisation de la valeur que nous considérons réaliste. La conceptualisation que nous proposons se distingue donc de celles dominantes que présentent les travaux influents en MSI que nous avons rappelés précédemment. En revanche, elle correspond aux approches que défendent d'autres travaux moins en vue⁶⁸ comme Chan (2000), Gregor et al. (2006), Nielsen & Persson (2017), Soh & Markus (1995). L'IoT étant la TI particulièrement considérée dans ce manuscrit, la question de recherche qu'examine cette première partie de notre travail est la suivante : *Quelle(s) valeur(s) peuvent concrétiser les organisations dans le cadre de l'usage de l'IoT et comment ?* La possibilité du pluriel pour la valeur dans la formulation de la question ne renvoie pas aux valeurs morales, culturelles, universelles (Nagel, 1986 ; Raz, 2001 ; Rowe, 2018 ; Skeggs, 2014) évoquées précédemment. Elle vise simplement à souligner que nous considérons, comme Nielsen & Persson (2017), ou Soh & Markus⁶⁹ (1995) dans une certaine mesure, que la valeur est un construit multidimensionnel dont la concrétisation peut prendre plusieurs formes. Les organisations peuvent n'en matérialiser qu'une seule ou plusieurs selon leurs contextes. De même, comme l'IoT correspond à une nouvelle génération de TIs comptant parmi ses caractéristiques principales la façonnabilité et l'accès en temps réel aux données (Baiyere *et al.*, 2021 ; Baskerville *et al.*, 2020), nous supposons qu'il ouvre pour les organisations des opportunités pour réaliser davantage de valeur ou de nouvelles formes de

⁶⁸ Selon Google Scholar, l'étude de Chan (2000) présente plus de 500 citations, celle de Gregor et al. (2006) plus de 200 citations, celle de Nielsen & Persson (2017), moins de 50 citations. La contribution de Soh & Markus (1995) est la plus influente ici avec plus de 900 citations. Comparés aux niveaux de citation des travaux les plus influents (voir p.9) en tenant compte de leurs années de publication, les travaux mentionnés ici sont moins en vue.

⁶⁹ Soh & Markus (1995 p.36) indiquent que la performance organisationnelle découlant des investissements TIs est un construit multidimensionnel incluant les aspects rappelés p.75-76 concernant ces académiques.

valeur que dans le cadre de l'usage des TIs des précédentes générations. Pour répondre à la question de recherche mentionnée, nous effectuons une analyse s'appuyant sur un cadre théorique intégrateur incluant et combinant certaines propositions conceptuelles issues de deux théories existantes, en l'occurrence le Profiting From - technological - Innovation (Teece, 1986) et les Capacités Dynamiques (Teece *et al.*, 1997). Bien qu'elles développent des concepts différents, les deux théories ont le même centre d'intérêt, à savoir faire la lumière sur la façon dont les organisations génèrent de la valeur.

Les développements qu'effectue cette partie du travail apportent plusieurs contributions à la littérature en MSI sur la valeur de la technologie pour les organisations. La première concerne la proposition d'un cadre intégrateur expliquant les mécanismes à l'œuvre et conduisant à la concrétisation de diverses formes de valeur par les organisations qui routinisent l'IoT. La littérature existante ne propose pas encore de cadre holistique (Côte-Real *et al.*, 2020 p.2-3), utile pour fournir une compréhension étendue et profonde de la valeur que peuvent réaliser les organisations routinisant l'IoT. Plus généralement, la littérature examinant la valeur réalisable dans le cadre de l'usage de l'IoT est encore à ses débuts (Nicolescu *et al.*, 2018 p.352). La deuxième contribution est de souligner à nouveau⁷⁰ que la valeur de l'IoT pour les organisations, et des TIs en général, doit être considérée comme un construit multidimensionnel agréant à la fois des aspects économiques, stratégiques mesurables et des aspects non-économiques, parfois non mesurables. L'étude présentée ici reconnaît en particulier les bénéfices de l'usage de l'IoT pour le bien-être, l'autonomisation, le développement de l'expertise des membres de l'organisation, en un mot la satisfaction des membres de l'organisation (Soh & Markus, 1995), comme des formes distinctives de la valeur de la technologie, finales légitimes⁷¹ (Nielsen & Persson, 2017 ; Soh & Markus, 1995). Elle

⁷⁰ Nielsen & Persson (2017 p.68) soulignent aussi la caractéristique multidimensionnelle et formative de la valeur des TIs. Soh & Markus (1995) aussi dans une certaine mesure.

⁷¹ Legitimate end benefits of the IT investment.

indique aussi que les changements et améliorations au niveau organisationnel comme au niveau des processus que permet l'usage de cette technologie correspondent tout autant à des formes finales légitimes de valeur réalisables par les organisations (Chan, 2000 ; Gregor *et al.*, 2006 ; Nielsen & Persson, 2017). Ces différentes formes de valeur renvoient à la notion de valeur d'usage reflétant l'utilité pratique de la technologie. Nous ne les considérons pas uniquement comme de simples valeurs intermédiaires menant ensuite à « *d'hypothétiques* » performances financières, économiques ou stratégiques mesurables ex-post. Cependant, nous ne nions pas l'importance du versant économique et stratégique de la valeur de la technologie sur lequel se focalisent les travaux influents en MSI. La troisième contribution principale de notre analyse est l'accent que nous mettons sur les ressources complémentaires fournies par les tiers et leur rôle critique dans la réalisation de la valeur de la technologie (Rai & Tang, 2014). En MSI, l'importance de s'appuyer sur des ressources complémentaires situées au-delà des frontières de l'organisation pour réussir à tirer un maximum de valeur de l'usage de la technologie n'est pas suffisamment prise en compte. Dans cette partie, nous éclairons cet aspect et invitons les travaux en MSI à davantage inclure les ressources complémentaires externes à leurs analyses, en particulier lorsqu'elles concernent l'usage des technologies digitales émergentes. Nos analyses soulignent également des aspects individuels à considérer lors de l'examen de la valeur de la technologie, en l'occurrence les stratégies cognitives, et le dialogue entre les parties prenantes, en particulier entre les organisations et leurs fournisseurs de compléments⁷². Ces aspects, tout aussi importants, sont rarement pris en compte dans la littérature en MSI investiguant la valeur de la technologie pour les organisations. Cette première partie de notre travail étend aussi le cadre théorique de Makadok (2001) relatif aux mécanismes de réalisation de la valeur en nous appuyant sur la sélection de ressources et les Capacités Dynamiques. Comme contribution managériale, la présente étude discute de

⁷² Le terme « compléments » ici remplace ressources complémentaires

plusieurs questions importantes devant être considérées par les praticiens lorsqu'ils envisagent l'usage de l'IoT et s'interrogent sur la valeur pouvant être créée pour l'organisation et ses membres⁷³.

Dans ce qui suit, nous rappelons la perception de la valeur de la technologie pour les organisations dans la littérature en MSI. Nous introduisons ensuite les fondements théoriques de notre réflexion et de notre discussion. Après cela, nous présentons notre cadre théorique de la valeur de l'IoT pour les organisations, les propositions qui en découlent et les insuffisances ouvrant plusieurs voies de recherche en MSI.

2.1 Conceptualisation de la valeur l'IoT pour les organisations

Le concept de valeur peut prendre plusieurs significations selon la source à l'œuvre⁷⁴ ou selon le contexte dans lequel le terme est utilisé. En mobilisant l'approche contextuelle, Frankena (1967 p.636) rappelle que l'utilisation du terme valeur a débuté en économie où la valeur renvoie à la valorisation économique ou quasi-économique. Cet académique ajoute (p.637) en s'appuyant sur Lewis (1946) qu'on distingue aujourd'hui plusieurs acceptions possibles du concept de valeur dont 1- *l'utilité d'une chose*, d'un objet, dans un certain dessein, 2- *la valeur intrinsèque*, qui correspond, pour une chose, à être bonne ou désirable en soi, 3- *la valeur contributive*, qui correspond à la valeur qu'une expérience ou une partie d'une expérience apporte à un tout. En dépit de la pluralité des significations possibles auxquelles renvoie le concept de valeur, l'approche économique est et reste la plus souvent considérée dans la littérature académique en management, où la valeur est généralement associée aux

⁷³ Par exemple, Tallon (2014) examine la perception que peuvent avoir les praticiens en ce qui concerne la valeur des investissements TIs en se focalisant sur les « impacts économiques et financiers » (p.306). L'analyse dans cette étude suggère (ou au moins laisse penser) que ces aspects sont les « seuls » considérés par les dirigeants des organisations lorsqu'ils examinent les futurs investissements TIs ou évaluent les investissements déjà réalisés. Une telle approche nous semble restrictive et peu réaliste. Dans les organisations, les dirigeants considèrent aussi les dimensions sociales et les changements organisationnels lorsqu'ils examinent la valeur des investissements TIs (Nielsen & Persson, 2017 p.66,68). Cette seconde approche managériale est celle sur laquelle s'appuie notre analyse dans cette partie du manuscrit.

⁷⁴ Voir p.36-41 plus haut dans le manuscrit

performances financières, économiques, stratégiques mesurables. Par exemple, Barney (1991 p.106) explique que des ressources ont de la valeur « lorsqu'elles permettent à une organisation de concevoir et de déployer des stratégies qui améliorent son efficacité et son efficacité ». En MSI, Melville *et al.* (2004 p.287) dont le cadre conceptuel s'appuie aussi sur les approches théoriques de la ressource définissent la valeur (des TIs pour les organisations) « comme l'impact des technologies de l'information sur les performances de l'organisation, tant au niveau des processus intermédiaires qu'au niveau de l'ensemble de l'organisation, et comprenant à la fois les impacts sur l'efficacité et les impacts sur la compétitivité ». En conséquence, ils délimitent le champ de la recherche sur la valeur des TIs pour les organisations aux seuls travaux « conceptuels, théoriques, analytiques ou empiriques qui examinent les impacts des TIs sur la performance organisationnelle »⁷⁵ (p.288). Dans le même ordre d'idées, Kohli & Grover (2008 p.24-25) qualifient la valeur des TIs d'impacts économiques des TIs et de leurs manifestations. Grover *et al.* (2018 p.392) recourent à l'approche VRIN⁷⁶ de Barney (1991) pour qualifier les *Big Data Analytics* (BDA) comme une ressource stratégique permettant de réaliser de la valeur et de développer un avantage concurrentiel. Dans la littérature sur l'IoT, Adamopoulos *et al.* (2021 p.240) assimilent la valeur que génère cette technologie pour les organisations⁷⁷ à la progression des ventes enregistrées. Pour leur part, Côte-Real *et al.* (2020) investiguent la valeur de l'IoT pour les organisations en s'appuyant sur des indicateurs de performance financière (EBIT, retour sur investissement, retour sur ventes) et de performance stratégique (position concurrentielle, part de marché). Cependant, plusieurs académiques en MSI (Baars *et al.*, 2009 ; Chan, 2000 ;

⁷⁵ Concernant la performance, Melville *et al.* (2004 p.296) distinguent la performance des processus de la performance organisationnelle. La première, qu'on peut aussi appeler performance opérationnelle, correspond aux « mesures associées à l'amélioration de l'efficacité opérationnelle de processus organisationnels spécifiques comme l'amélioration de la qualité des processus de conception et l'amélioration des temps de cycle des processus de gestion des stocks ». La performance organisationnelle concerne en revanche l'impact global des TIs sur la performance de l'ensemble des activités de l'organisation avec des mesures reflétant la productivité, l'efficacité, la rentabilité, la valeur marché, l'avantage concurrentiel, etc. (p.295-296).

⁷⁶ Valuable, Rare, Inimitable, Non substituable.

⁷⁷ Leur étude porte sur des retailers.

Gregor *et al.*, 2006 ; Nielsen & Persson, 2017) et en management en général (Kornberger, 2017) pointent que la focalisation sur les seules performances économiques et stratégiques est simpliste et ignore les autres processus et pratiques par lesquels la valeur peut être concrétisée. En tenant compte des significations que rappelle Frankena (1967), la valeur des TIs peut en effet être analysée en considérant leur utilité relative pour les organisations, c'est-à-dire la contribution ou l'apport pratique des TIs concernant, par exemple, le système d'activités de l'organisation. Dans cet ordre d'idées, Gregor *et al.* (2006, p.253) affirment que le bénéfice de l'usage des TIs ne se restreint pas à l'efficacité et à l'avantage stratégique, mais qu'il inclut aussi le changement ou la transformation de l'organisation. Chan (2000 p.245) note de manière cohérente que les investissements TIs peuvent être le reflet d'initiatives de changement des organisations. Dans le même sens, Peppard & Ward (2004, p.169) soulignent que la valeur résultant de l'usage des TIs émerge *uniquement*⁷⁸ à travers les changements et les innovations dans l'organisation, comme les changements de processus, le déploiement de nouveaux Business Models, la réalisation d'innovations produits ou de services. Thiesse *et al.* (2009 p.594) expliquent aussi que la valeur des TIs correspond également aux impacts de la technologie sur les processus opérationnels. En effet, en s'appuyant sur une approche orientée processus, plusieurs travaux en MSI (Barua *et al.*, 1995 ; Barua *et al.*, 2004) indiquent que l'impact des TIs devrait être évalué là où existe l'effet potentiel, c'est-à-dire à l'endroit, ou le but pour lequel (processus ou pratiques spécifiques) la TI a été déployée et exploitée. En prenant en considération ces éclairages (Chan, 2000 ; Gregor *et al.*, 2006 ; Peppard & Ward, 2004 ; Thiesse *et al.*, 2009) qui renvoient à l'utilité relative ou pratique que mentionne Frankena (1967), la valeur des TIs pour les organisations correspond en réalité donc à la valeur d'usage de la technologie (Chan, 2000 ; De Vaujany, 2007), autrement dit les bénéfices pratiques que tire l'organisation de l'usage routinisé de la technologie. Par conséquent, et à

⁷⁸ Emphase ajoutée

l'inverse de Kohli & Grover (2008 p.25), nous pensons que l'étude de la valeur des TIs dans le contexte organisationnel ne devrait pas obligatoirement être focalisée sur la prise en compte des impacts et performances économiques « finals »⁷⁹. La valeur des TIs ne peut pas toujours se traduire par des impacts et performances quantifiables comme le rappelle Skeggs (2014)⁸⁰, ou par des « performances dans l'environnement économique »⁸¹. Comme le notent Chesbrough *et al.* (2018, p.932), la valeur va « au-delà de l'évaluation monétaire pure » et correspond plutôt à l'ensemble des conséquences (positives) résultant de l'usage de la technologie. Par exemple, Kohli & Devaraj (2003 p.128) notent qu'un investissement TI peut entraîner pour l'organisation une amélioration de la communication dont découle ensuite une réduction des stocks. Ils ajoutent qu'en revanche, cela ne conduit pas nécessairement à des améliorations de productivité. En dépit d'une telle absence d'amélioration mesurable de la productivité, on ne peut arguer que cet investissement TI ne génère pas de la valeur pour l'organisation. Plus largement, restreindre la valeur des TIs aux performances économiques et stratégiques ne correspond pas à « l'axe de cohésion » sociotechnique du MSI (Sarker *et al.*, 2019 p.696). En effet, la contribution de la discipline des SIs étant ancrée dans une perspective sociotechnique, les impacts sociaux (Sarker *et al.*, 2019) comme le bien-être, l'utilité, doivent également être pris en compte dans l'analyse de la valeur des TIs, et pas uniquement comme des paramètres médiateurs. Prenons l'exemple des organisations publiques. Dans ces organisations fournissant des services valorisés comme l'éducation, le transport, le bien-être, la sécurité, etc., la conceptualisation de la valeur prend davantage en

⁷⁹ Dans le sillage de Melville et collègues, Kohli & Grover (2008) limitent aussi la recherche sur la valeur de la technologie pour les organisations uniquement aux travaux considérant exclusivement ou en dernier ressort les performances économiques et stratégiques découlant de la technologie. Ils écrivent par exemple : « ... nous soutenons que toute recherche impliquant de longues chaînes causales qui ne traitent pas directement de la valeur économique (ex. le support du top management et la qualité de vie au travail) sera classée comme une recherche sur la valeur des TIs seulement si la chaîne conduit à une variable traitant de l'impact économique (ex. support du top management -> qualité de vie au travail basée sur les SI -> rentabilité). Les études qui se concentrent uniquement sur la première partie de la chaîne (ex. méthodes de développement des systèmes -> qualité des systèmes) ne satisferont pas la condition 2 (relative à la présence d'une variable endogène concernant l'impact économique) puisqu'elles ne sont pas liées à une variable économique finale » (p.25).

⁸⁰ Voir plus haut dans le manuscrit (p.50)

⁸¹ Schryen (2013 p.141)

compte les aspects humanistes, intangibles et difficiles à mesurer (voir Goh & Arenas, 2020 ; Nielsen & Persson, 2017 ; Velsberg *et al.*, 2020 pour une discussion détaillée en MSI sur la perception de la valeur des TIs dans les organisations publiques). Les bénéfices qu’offrent les physiolytiques⁸² aux organisations conventionnelles à but lucratif constituent un autre exemple d’aspects humanistes potentiellement difficiles à mesurer. Cette classe de TI cible principalement l’amélioration de la santé et du bien-être des membres de l’organisation. Yassae *et al.* (2019) notent par exemple que les bénéfices découlant des investissements et de l’usage de cette catégorie d’artéfacts technologiques se reflètent dans l’amélioration du bien-être et de la santé, ainsi que dans la réduction de l’absentéisme. Par conséquent, pour nous, les impacts de la technologie en termes d’amélioration, d’innovation, de changements ou de reconfigurations des processus, des pratiques, et des schémas organisationnels correspondent à un ensemble de valeurs légitimes résultant de la technologie. Elles sont potentiellement finales, c’est-à-dire qu’elles peuvent ne pas entraîner des améliorations de performances. Ce point de vue se distingue des conceptualisations que proposent certains travaux (Barua *et al.*, 1995 ; Barua *et al.*, 2004 ; Kohli & Grover, 2008 ; Melville *et al.*, 2004 ; Schryen, 2013) qui les considèrent uniquement comme des « valeurs intermédiaires ». Néanmoins, selon le contexte, ces impacts sur les processus et les schémas organisationnels peuvent éventuellement conduire à des améliorations en termes économiques et stratégiques. Les impacts sur les processus sous-jacents au système d’activités peuvent aussi conduire à des changements organisationnels, et réciproquement. Parfois, les changements organisationnels peuvent découler directement de l’usage de la technologie. À ce stade, nous retenons donc deux principales dimensions pour la valeur de la technologie dans le contexte organisationnel : 1- les changements et reconfigurations de processus, 2- les changements organisationnels. Chacune d’elles peut ensuite conduire à une amélioration des performances

⁸² Les physiolytiques sont des artéfacts connectés sans fil associant la mesure de paramètres corporels (fréquence cardiaque, pression sanguine, température, respiration) à des applications d’analyse de données et d’apprentissage automatique (Mettler & Wulf, 2019 p.246)

opérationnelles (au niveau des processus) ou organisationnelles (à l'échelle de l'ensemble du système d'activités). Nous examinons dans cette première partie du manuscrit les deux dimensions et les différentes formes de valeur qu'elles incluent. Ce faisant, nous explorons dans une certaine mesure la boîte noire de la valeur de la technologie pour les organisations (Chan, 2000). Nous aimerions insister sur le fait que les performances économiques et stratégiques mesurables ne sont pas des conditions nécessaires dans notre conceptualisation de la valeur pour les organisations. Elles peuvent néanmoins être suffisantes. De même, les changements organisationnels et/ou les changements de processus sont des conditions suffisantes, car elles renvoient à la valeur d'usage et reflètent l'utilité relative de la technologie pour l'organisation. Mais comme les performances économiques, ils ne sont pas nécessaires puisque certains travaux en MSI (ex. Barua & Mani, 2018 ; Dehning & Richardson, 2002 ; Dos Santos *et al.*, 1993) établissent une relation directe entre la technologie et l'amélioration de performances économiques comme la valeur marché de l'organisation.

Après avoir présenté le concept de la valeur de la technologie dans la recherche en MSI et souligné notre position conceptuelle, nous explicitons ci-dessous les fondements théoriques de notre analyse.

2.2 Fondements théoriques

La littérature (Makadok, 2001 p.387) suggère que les organisations s'appuient souvent sur deux principaux mécanismes complémentaires pour générer de la valeur. 1- La *sélection de ressources*, qui correspond au choix et souvent à l'acquisition de ressources nécessaires par les organisations sur le marché des facteurs, mieux que leurs concurrents. 2- Le *développement de capacités*, qui correspond au potentiel des organisations à déployer et à exploiter les ressources accumulées, et à améliorer leur productivité, mieux que leurs concurrents. Bien que cette analyse fasse référence aux ressources possédées et acquises, en

particulier le mécanisme de sélection de ressources, elle peut être étendue aux ressources complémentaires externes indispensables non contrôlées ou non possédées. En effet, lorsque les organisations déploient et exploitent, grâce au développement de capacités, leurs ressources accumulées, elles convoquent souvent aussi certaines ressources complémentaires externes nécessaires non contrôlées, ni possédées, qui sont combinées aux ressources possédées. Sans ces ressources complémentaires externes utiles, les organisations risquent de ne pas réussir pleinement à tirer parti de leurs ressources propres pour concrétiser la valeur. Comme l'indique Makadok, les deux mécanismes sont complémentaires et sont en interaction. Dans notre approche théorique étendue, l'accès aux ressources externes indispensables et leur exploitation complètent le développement de capacités, et les interactions entre les deux mécanismes permettent à l'organisation de matérialiser la valeur. Ces mécanismes renvoient à deux théories que nous présentons ensuite : le Profiting From - technological - Innovation (Teece, 1986) et les Capacités Dynamiques (Teece *et al.*, 1997). À l'instar de plusieurs travaux récents (ex. Ancarani *et al.*, 2019 ; Côte-Real *et al.*, 2020), nous considérons que l'usage routinisé de l'IoT équivaut au développement d'une Capacité Dynamique, permettant aux organisations de redéployer, de réorchestrer et de mieux exploiter leurs ressources propres accumulées, qu'elles soient tangibles ou intangibles, en combinaison avec des ressources complémentaires externes indispensables. La théorie des Capacités Dynamiques analyse « la source et les méthodes de création et de capture de la richesse⁸³ » pour les organisations (Teece *et al.*, 1997 p.509). Elle est donc pertinente pour notre analyse de la concrétisation de la valeur de la technologie. De même, le PFI (Profiting From - technological - Innovation) présente les mécanismes suivant lesquels les organisations innovantes peuvent capter une substantielle part de la valeur qu'elles génèrent (Teece, 1986 p.285 ; Teece, 2006 p.1133). En considérant l'usage de l'IoT comme une innovation

⁸³ Cela correspond dans ce manuscrit à la création et à la capture de la valeur, à la réalisation de la valeur.

technologique (Rahrovani & Pinsonneault, 2020 p.936-938 ; Swanson & Ramiller, 2004 p.556) générant de la valeur que cherche à capter l'organisation, la théorie du PFI est aussi pertinente pour notre analyse ici. Dans la suite, nous présentons les principaux concepts du PFI. Nous présentons ensuite les principales caractéristiques des Capacités dynamiques, soulignons que l'usage de l'IoT présente les mêmes caractéristiques, et peut donc être considéré comme une Capacité Dynamique. Nous présentons aussi comment le PFI complète les Capacités Dynamiques dans une approche intégrative permettant d'examiner les mécanismes à l'œuvre et conduisant les organisations à concrétiser plusieurs formes de valeur résultant de la technologie.

2.2.1 Tirer profit d'une innovation technologique

La théorie PFI (Teece, 1986, 2006, 2018a) présente les mécanismes sur lesquels s'appuient les organisations, notamment celles qui développent et commercialisent des innovations relatives à une technologie, un produit, ou un processus, pour capter pleinement la rente économique (valeur monétaire) provenant du marché concernant les innovations qu'elles ont introduites. Bien qu'initialement focalisée sur les innovations développées à l'intérieur des frontières de l'organisation, la logique sous-jacente à la théorie PFI peut être étendue aux innovations développées au-delà des frontières des organisations, c'est-à-dire les innovations développées par d'autres (McGahan & Silverman, 2006 ; Teece, 2018a). Ces types d'innovation, ainsi que l'analyse de la création de valeur, ne sont pas pris en compte dans la version originale de la théorie aux fins de rendre sa lecture simple et compréhensible (Teece, 2018a p.1368). Néanmoins, comme l'indique Teece (2018a), et cela peut s'observer dans la littérature (Bianchi *et al.*, 2014 ; Jacobides *et al.*, 2006 ; McGahan & Silverman, 2006), la théorie PFI est aussi pertinente pour examiner ces questions, comme nous le proposons dans ce manuscrit. En effet, la plupart des organisations concernées par nos analyses sont des organisations conventionnelles et non technologiques. C'est-à-dire qu'elles n'inventent pas,

ne créent pas les technologies digitales qu'elles utilisent souvent. Elles ne sont pas des fournisseurs de technologies comme Google, Oracle, PTC, Amazon Web Services, OVH, SAP, etc. Ces fournisseurs de technologies correspondent au type d'organisations innovantes dont le PFI éclaire classiquement la matérialisation de la valeur. En revanche, la version étendue du PFI que nous appelons dans ce manuscrit (Bianchi *et al.*, 2014 ; Jacobides *et al.*, 2006 ; McGahan & Silverman, 2006 ; Teece, 2018a) éclaire la réalisation de la valeur pour des organisations utilisant les technologies inventées, développées par les fournisseurs de technologies mentionnés ci-avant. Leurs usages des technologies développées par d'autres constituent aussi une forme d'innovation technologique (Rahrovani & Pinsonneault, 2020 ; Swanson & Ramiller, 2004 ; Teo *et al.*, 2011 ; Velsberg *et al.*, 2020). La littérature définit en effet l'innovation TI comme « la recherche d'applications TIs nouvelles pour une organisation » (Swanson & Ramiller, 2004 p.555). Dans le même ordre d'idées, Velsberg *et al.* (2020 p.351) identifient l'adoption d'une nouvelle TI comme une innovation. Pour leur part, Rahrovani & Pinsonneault (2020 p.936-937) conceptualisent l'innovation TI comme la mise en place d'un comportement technologique nouveau. Ces deux académiques en distinguent deux types : 1- l'usage d'une TI nouvelle, et 2- l'usage de la TI actuelle d'une manière nouvelle. En considérant ces différents éclairages à propos de l'innovation TI, l'usage de l'IoT par les organisations conventionnelles correspond à une innovation technologique qu'éclaire la théorie PFI en ce qui concerne la valeur qu'elle génère. Cette théorie s'appuie sur trois variables indépendantes essentielles (Teece, 2018a p.1369) : 1- le régime d'appropriabilité, 2- la complémentarité (ressources, technologies, normes, etc.) et 3- le timing. Nous présentons chacune d'elles dans la suite.

2.2.1.1 L'appropriabilité

Elle correspond à la capacité des organisations innovantes à capter la rente économique que génèrent les innovations qu'elles introduisent (Teece, 1986). Tout type d'innovation étant

imitable ou potentiellement exposée à des effets de débordement⁸⁴, les organisations doivent envisager les stratégies appropriées pouvant les protéger contre les atteintes à leur propriété intellectuelle. En effet, selon le type d'innovation (technologie, produit, processus), le contexte du marché (émergence vs maturité), le savoir-faire exploité (codifié vs tacite), la technologie utilisée (de soutien⁸⁵, émergente, largement diffusée⁸⁶), l'appropriabilité peut être relativement faible ou élevée. Les innovateurs peuvent recourir à différents mécanismes ou stratégies légaux comme le copyright, le secret commercial, le brevet et la marque déposée. Néanmoins, ils sont généralement insuffisants, voire inefficaces, pour protéger la propriété des innovations. Ils n'assurent donc pas une appropriation durable aux organisations innovantes (Teece, 1986). Par exemple, certaines innovations ne peuvent pas être brevetées (Ardito *et al.*, 2018). De même, un nouveau produit développé peut être copié par la concurrence. Le déploiement d'un nouveau processus résultant de la routinisation de la technologie est également imitable. L'innovation ouverte, la co-innovation, le partenariat commercial peuvent aussi exposer l'organisation innovante à un risque d'appropriabilité bien que le partenariat et l'alliance soient généralement envisagés pour réduire les coûts et les risques de l'innovation et pour améliorer les mécanismes permettant de générer et de capter de la valeur.

2.2.1.2 La complémentarité

Probablement la contribution la plus importante du PFI (Pisano & Teece, 2007 ; Teece, 2006), le principe de complémentarité correspond à l'idée selon laquelle « le tout est supérieur à la somme des parties » (Milgrom & Roberts, 1995 p.184). Autrement dit, deux ou plusieurs

⁸⁴ Spillover effect. On parle de spillover effect quand une innovation initiée par une organisation a un impact positif sur une autre organisation sans que cette dernière ne rétribue réciproquement la première (voir ici la contribution récente de Testoni (2022) sur les effets de débordement qu'entraîne l'acquisition de technologies), ou quand la mise en place de l'innovation a un impact négatif sur une autre organisation sans que celle-ci ne reçoive réparation de la part de l'innovateur.

⁸⁵ Enabling

⁸⁶ General purpose

ressources, capacités, technologies génèrent davantage de valeur lorsqu'elles sont combinées ou utilisées conjointement que lorsqu'elles sont convoquées séparément ou isolément (Jacobides *et al.*, 2006 ; Jacobides *et al.*, 2018 ; Milgrom & Roberts, 1990, 1995 ; Stieglitz & Heine, 2007 ; Teece, 2018a). De manière cohérente, le PFI explique que les ressources complémentaires sont des ressources de soutien indispensables pour tirer davantage de valeur de l'innovation. Dans le cadre de l'usage des TIs, les ressources complémentaires sont souvent indispensables pour faire fonctionner la technologie, pour mieux exploiter les ressources et compétences clés (Helfat & Lieberman, 2002 ; Jacobides *et al.*, 2018 ; Teece, 2018a) et pour concrétiser la valeur espérée. Dans le même ordre d'idées, Kohli & Grover (2008 p.24) notent que les investissements TIs ne sont pas monolithiques, mais plutôt reliés les uns aux autres. Et Baskerville *et al.* (2020) rappellent que toutes les ressources nécessaires à un système d'information ne sont pas internes à l'organisation. En effet, si des ressources complémentaires existent à l'intérieur des frontières de l'organisation (ex. la réputation, la connaissance du marché, les connaissances et compétences TIs, l'infrastructure TI existante et les systèmes legacy⁸⁷), d'autres ne sont toutefois accessibles qu'à l'extérieur (ex. l'infrastructure publique, les réseaux de distribution). Ces dernières constituent souvent l'essentiel des compléments nécessaires à l'usage de la technologie. Plus généralement, la large diffusion de l'usage des technologies numériques renforce l'importance des ressources externes de soutien et de la collaboration inter organisationnelle (Rai & Tang, 2014). En conséquence, Teece (2018a) suggère le terme *complémentors* que nous rebaptisons ici fournisseurs de compléments. Ils désignent les tiers possédant ou contrôlant les ressources de soutien externes indispensables pour tirer profit de l'usage des technologies. Ces tiers sont des

⁸⁷ Bien que les systèmes existants soient habituellement possédés, ils sont souvent acquis ou obtenus sous licence, auprès de tiers (externes à l'organisation). Des fournisseurs de compléments sont donc impliqués dans leur acquisition et leur usage. En conséquence, bien qu'ils soient baptisés ressources complémentaires internes, ils proviennent de tiers, et donc peuvent aussi, dans une certaine mesure, être considérés comme des ressources complémentaires externes. Les explications proposées plus loin concernant les stratégies d'accès aux ressources complémentaires offrent davantage d'éclairage.

partenaires clés avec lesquels il faut travailler pour faire fonctionner la technologie et exploiter les ressources et les compétences possédées ou contrôlées par l'organisation (Grover & Kohli, 2012 ; Jacobides *et al.*, 2018 ; Nambisan *et al.*, 2017 ; Yoo *et al.*, 2012). Cet aspect soulève par ailleurs la question des mécanismes de coordination des relations avec les fournisseurs de compléments (Teece, 2018a).

La théorie de Teece présente six principaux types de complémentarité : production, consommation, prix des actifs, oligopole des intrants, technologique, innovationnel (voir Teece, 2018a p.1373-1374). Pour les besoins de l'analyse proposée ici, les compléments technologiques et innovationnels sont particulièrement pertinents. La complémentarité technologique correspond à la nécessité de convoquer d'autres technologies (qui, seules, ont parfois une faible valeur d'usage) pour tirer pleinement bénéfice (voire un quelconque bénéfice) d'une innovation technologique ou d'un investissement TI. Elle peut être mise en œuvre horizontalement, verticalement ou latéralement et est typique des technologies de soutien comme l'IoT (Teece, 2018a p.1374). La complémentarité innovationnelle reflète le fait que les améliorations, par exemple, au niveau du complément vont améliorer et renforcer l'utilisabilité de la TI et potentiellement améliorer sa productivité (Teece, 2018a p.1374). Comme on peut l'imaginer, un complément particulier peut correspondre aux deux types de complémentarité. Jacobides *et al.* (2018 p.2263) l'illustrent avec l'exemple du système d'exploitation (par ex. pour un téléphone mobile) et de l'application (mobile). Le système d'exploitation est un complément technologique pour l'application puisque l'application ne peut fonctionner sans le système d'exploitation. L'inverse n'est pas toujours vrai. Le système d'exploitation est également un complément innovationnel pour l'application dans la mesure où une amélioration ou une nouvelle fonctionnalité du système d'exploitation peut améliorer l'usage et la productivité de l'application. De plus, pour chacun de ces types de complémentarité, on peut distinguer trois classes de ressources complémentaires (Teece,

1986) : spécialisées, génériques et cospécialisées. Un complément spécialisé est customisé, créé sur mesure pour, et fortement dépendant d'une innovation TI particulière. Sans cette innovation, le complément est quasiment inutile. La crypto-monnaie IOTA en est un exemple. En tant que solution de paiement sur-mesure pour le marché des données IoT, cette monnaie numérique est presque sans intérêt dans tout autre contexte. À l'inverse, une ressource complémentaire générique est standardisée (Jacobides *et al.*, 2018), compatible et utile à plusieurs innovations technologiques. Un bon exemple est celui des ressources de cloud computing qui peuvent être indispensables pour générer de la valeur dans le cadre d'une large variété d'innovations technologiques, dans plusieurs industries (ex. jeu vidéo, plateformes numériques de travail⁸⁸, édition de logiciels). Enfin, la ressource complémentaire cospécialisée présente une dépendance mutuelle à l'innovation. Jacobides *et al.* (2018) notent que les deux ont besoin l'une de l'autre. Pfeffer & Salancik (1978) ajoutent que l'interdépendance entre l'innovation et le complément cospécialisé peut par exemple, concerner le résultat. En effet, l'utilité ou la valeur pouvant être générée par l'innovation dépend de la ressource complémentaire et inversement. Par exemple, une plateforme logicielle sur-mesure indispensable à un usage réussi de l'IoT dans une industrie ou un secteur particulier (ex. l'immobilier) dépend réciproquement de l'usage de l'IoT dans cette industrie. Sans une telle plateforme, la valeur espérée de l'usage de l'IoT dans cette industrie pourrait être faible. De même, sans ces cas d'usage particuliers de l'IoT, ladite plateforme est inutile puisqu'elle n'est pas pertinente pour d'autres pratiques organisationnelles. La cospécialisation peut conduire les organisations à renforcer particulièrement leurs relations et à aller vers une quasi-intégration, un niveau de collaboration reposant sur la confiance mutuelle (Rai & Tang, 2014). Toutefois, il convient de noter que les pratiques interentreprises actuelles relatives aux données IoT semblent encore régies par la frilosité et une faible confiance (Constantinides *et*

⁸⁸ Digital workplaces

al., 2018 ; Feng & Shanthikumar, 2018). Par ailleurs, les pratiques organisationnelles actuelles semblent avoir tendance à limiter la cospécialisation dans le cadre de l'usage de l'IoT. Les habituels grands fournisseurs de technologies (ex. Google, SAP, PTC) ont souvent la capacité à intégrer très rapidement les particularismes des contextes spécifiques des utilisateurs afin d'adapter leurs logiciels et leurs plateformes technologiques en termes de fonctionnalités et de solutions aux besoins précis de ces utilisateurs. À première vue, les ressources spécialisées et cospécialisées correspondent davantage aux types de compléments technologique et innovatif. Cependant, un complément générique comme le cloud computing ou le edge computing, souvent indispensable à l'usage de l'IoT, correspond également aux deux types de complémentarité (technologique et innovatif) discutés.

2.2.1.3 Le timing

Être le premier à mettre en place une innovation technologique particulière ou à entrer sur un marché ne constitue pas une garantie de leadership ou de succès à long terme. Le choix du moment d'entrée (dans la technologie ou sur le marché) doit tenir compte de l'émergence d'une approche dominante (ex. en termes d'usage) et de la possibilité pour l'organisation d'accéder de manière peu coûteuse aux ressources complémentaires nécessaires. Teece (2006) souligne que ces deux types de facteurs sont importants et doivent orienter les décisions concernant le moment d'entrer. En effet, l'absence d'approche dominante et/ou de compléments essentiels peuvent conduire à une faible rentabilité des investissements effectués dans le cadre d'une innovation, et potentiellement à l'échec au fil du temps. En prenant l'exemple de l'IoT, les standards LoRa et NB-IoT semblent être dominants en termes d'usages LPWA (voir p.25). Par conséquent, les décisions d'investissements et d'usages LPWA peuvent s'appuyer sur ces standards plutôt que d'autres. Les décisions d'investissements et d'usages LPWA doivent également se baser sur des projections par rapport aux possibilités dans un avenir plus ou moins proche de pouvoir accéder de manière

peu coûteuse aux ressources complémentaires (ex. plateformes d'exploitation de flottes d'objets connectés, plateformes d'analyse de données) nécessaires à un usage optimal de ces standards LPWA. Certains des compléments indispensables pour exploiter efficacement ces deux standards sont aujourd'hui proposés comme des fonctionnalités au sein de plateformes IoT éditées par les habituels grands fournisseurs de technologies comme PTC, Google, Amazon Web Services.

En s'appuyant sur ces trois variables fondamentales de la théorie PFI, on peut affirmer que les organisations capables de générer de la valeur dans le cadre d'une innovation technologique sont celles dont les investissements sont initiés au moment où émergent une ou des approches dominantes en termes d'usage, et plus important encore, celles capables d'accéder, de manière peu coûteuse, aux compléments technologiques et innovationnels indispensables. Toutefois, l'appropriation peut être plus ou moins faible, car les mécanismes légaux peuvent être insuffisants pour offrir une protection élevée et durable de la propriété intellectuelle. Pour ce qui concerne l'IoT, les organisations peuvent tirer de la valeur de cette TI lorsqu'elles mettent en place leur projet d'usage en s'appuyant sur les standards dominants (ex. LoRa, NB-IoT, RFID, Wi-Fi), en accédant aux compléments indispensables et compatibles avec les standards utilisés (ex. stockage cloud, plateformes d'exploitation IoT, plateformes d'analyse des données IoT), et en combinant l'usage de l'IoT avec ces compléments de manière unique et capable de conduire à réaliser un maximum de valeur. Toute approche différente de celle-ci, surtout si elle ignore les éléments clés mentionnés, conduirait potentiellement à générer une valeur faible, ou même à l'échec. Ce bref schéma est conforme à ce qu'avance par exemple Teece (2018a p.1370) à propos des logiciels libres. Dans le cas de ces TIs, il suggère que l'accent doit être mis sur la capacité à accéder aux compléments essentiels.

Dans la section suivante, nous complétons les fondements théoriques de la première partie du manuscrit avec la perspective des Capacités Dynamiques, pertinente pour éclairer la valeur de la technologie en termes de changements organisationnels et de changements des processus.

2.2.2 Capacités Dynamiques

La perspective des Capacités Dynamiques s'appuie sur plusieurs théories précédentes (Teece *et al.*, 1997 p.510) comme la destruction créatrice, les approches par les ressources, la théorie évolutionniste, et la Stratégie Industrielle. La destruction créatrice (Schumpeter, 1942) s'appuie sur la discontinuité technologique pour suggérer que les organisations innovantes sont celles qui reconfigurent et transforment continuellement les usages des ressources, les processus, les marchés et les industries à leur avantage. L'approche par les ressources (Barney, 1991 ; Penrose, 1959 ; Prahalad & Hamel, 1990) s'appuie sur la capacité des organisations à exploiter et à combiner des ressources, des capacités et des compétences idiosyncrasiques pour vaincre la concurrence par l'obtention de meilleures performances et par le développement d'un avantage concurrentiel durable. La théorie évolutionniste (Nelson & Winter, 1982) examine le comportement des organisations qui recherchent et sélectionnent continuellement les meilleures routines permettant de s'adapter de manière évolutive aux conditions changeantes du marché. La Stratégie Industrielle (Hayes *et al.*, 1988 ; Skinner, 1969 ; Wheelwright, 1984) définit les priorités ou les capacités concurrentielles sur lesquelles les organisations peuvent s'appuyer pour concevoir un système d'activités compétitif. En considérant ces fondements théoriques, les Capacités Dynamiques expliquent la manière dont les organisations peuvent convoquer différentes classes de capacités pour s'adapter de manière évolutive aux changements des marchés, en particulier les marchés caractérisés par des conditions VUCA⁸⁹, et rester compétitives dans la durée. En conséquence, les Capacités Dynamiques correspondent aux capacités délibérées des organisations pour créer, étendre ou

⁸⁹ Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity (Petricevic & Teece, 2019)

reconfigurer leurs ressources et compétences (Helfat *et al.*, 2007, p.4). Ces capacités permettent aux organisations de s'adapter à un environnement évolutif et de développer un avantage concurrentiel durable (Pisano, 2017 ; Teece, 2012). Les ressources et compétences mentionnées ici ne sont pas restreintes aux ressources possédées. Helfat *et al.* (2007) soulignent en effet que le terme « ressources et compétences » dans la définition peut, de manière égale, concerner les ressources et compétences possédées, contrôlées ou simplement obtenues. Autrement dit, il peut intégrer les ressources complémentaires indispensables situées au-delà des frontières de l'organisation.

2.2.2.1 Différentes formes de Capacités Dynamiques

En fonction des objectifs stratégiques ciblés ou des activités entrepreneuriales⁹⁰ initiées, la littérature identifie plusieurs formes de Capacités Dynamiques. Helfat *et al.* (2007) suggèrent, par exemple, que les Capacités Dynamiques peuvent permettre à une organisation d'étendre ses activités actuelles par croissance interne, acquisition, alliance stratégique ou la mise en place de nouvelles activités. D'autres Capacités Dynamiques peuvent aider les organisations à mettre en œuvre de nouveaux processus opérationnels ou à développer de nouveaux produits. Les investissements et usages de l'IoT correspondent à cette deuxième catégorie de Capacités Dynamiques. La littérature (Brous *et al.*, 2019 ; Coreynen *et al.*, 2017) rapporte que l'usage de cette technologie entraîne souvent des changements et une reconfiguration de la manière dont les organisations exploitent leurs ressources et compétences. Plus généralement, l'introduction et l'usage d'une nouvelle TI peuvent être analysés via le prisme théorique des Capacités Dynamiques puisqu'ils résultent d'investissements plus ou moins coûteux (Pisano, 2017 ; Winter, 2003) et, comme les actifs stratégiques, créent des opportunités pour la

⁹⁰ *Détection* (sensing) des opportunités et menaces de l'environnement avant les concurrents, *Exploitation* (seizing) des opportunités et neutralisation (neutralizing) des menaces en effectuant des investissements opportuns, ou en déployant de nouveaux Business Models par exemple, *Reconfiguration* (reconfiguring) ou transformation (transforming) du système d'activités et de ses processus sous-jacents, pour s'adapter aux évolutions des conditions de marché, et garder de l'avance sur la concurrence (Day & Shoemaker, 2016 ; Petricevic & Teece, 2019 ; Teece, 2007, 2012).

réalisation de la valeur et une amélioration des capacités ordinaires (Drnevich & Croson, 2013 ; Grover *et al.*, 2018). En conséquence, plusieurs travaux récents analysent l'usage des TIIs (Gupta *et al.*, 2020), et particulièrement l'usage de l'IoT (Ancarani *et al.*, 2019 ; Côte-Real *et al.*, 2020), comme une Capacité Dynamique. D'un autre point de vue, les acquisitions effectuées par les organisations peuvent avoir pour but d'accéder aux innovations technologiques possédées par les organisations acquises, ou celles qu'elles sont en train de développer (Puranam *et al.*, 2003, 2006). Cette acquisition indirecte et l'usage de la technologie par les organisations acquéreuses correspondent à une Capacité Dynamique, la littérature (Helfat *et al.*, 2007 ; Eisenhardt & Martin, 2000) considérant les acquisitions comme une forme de Capacités Dynamiques.

2.2.2.2 Critères de performance

Les Capacités Dynamiques visent à permettre aux organisations de s'adapter, durablement, aux changements dans l'environnement. Pour évaluer le rôle et l'efficacité des Capacités Dynamiques dans la réalisation de cet objectif, la littérature (Helfat & Peteraf, 2009 p.97-98 ; Helfat *et al.*, 2007, p.7) s'appuie sur deux critères : 1- *l'adaptabilité technique*, qui reflète la mesure dans laquelle les Capacités Dynamiques permettent d'atteindre l'objectif ciblé ou d'effectuer l'activité envisagée (ex. remodeler, reconfigurer, transformer), et 2- *l'adaptabilité évolutive*, qui reflète la mesure dans laquelle l'adaptation de l'organisation aux changements dans l'environnement et l'avantage concurrentiel qui en résulte sont évolutifs et durables, grâce par exemple à la reconfiguration mise en œuvre. Nous présentons ci-dessous chacun de ces critères en soulignant comment l'usage de l'IoT permet de les adresser.

*Adaptabilité technique*⁹¹. Les Capacités Dynamiques doivent permettre d'atteindre les objectifs de changement et de reconfiguration pour lesquels ils ont été mis en place, par exemple, l'amélioration de la qualité, la réduction des stocks, le contrôle des coûts (Teece,

⁹¹ Technical fitness

2007, p.1346). Comme l'indiquent Helfat *et al.* (2007), le critère de l'adaptabilité technique repose sur la qualité de la Capacité Dynamique. En d'autres termes, sur sa capacité à remplir efficacement la fonction prévue, réaliser le changement envisagé, atteindre l'objectif visé. Concernant l'usage de l'IoT, plusieurs travaux récents (Brous *et al.*, 2019 ; Cagliano *et al.*, 2019 ; Fosso Wamba & Chatfield, 2009) mettent en évidence l'efficacité avec laquelle la technologie permet aux organisations de remodeler leurs processus et d'améliorer ensuite leurs performances. Côte-Real *et al.* (2020) soulignent également que l'usage de l'IoT peut permettre aux organisations de reconfigurer leurs processus opérationnels. En tenant compte de ces éléments, nous affirmons que l'usage de l'IoT remplit le critère de l'adaptabilité technique en permettant effectivement et efficacement aux organisations de remodeler, de reconfigurer leurs processus, bien que cela ne soit pas suffisant pour assurer la performance à long terme, contrairement à l'adaptabilité évolutive (Teece, 2007).

*Adaptabilité évolutive*⁹². Les Capacités Dynamiques offrent aux organisations la perspective de s'adapter durablement et de développer un avantage concurrentiel face à un environnement qui évolue rapidement, en réorganisant et en reconfigurant leurs portefeuilles de ressources et compétences. Elles conduisent les organisations vers une adaptation évolutive aux conditions changeantes du marché (Teece, 2007). Dans le même ordre d'idées, Helfat *et al.* (2007, p.7) affirment que « des Capacités Dynamiques ouvrant sur une adaptation évolutive permettent à une entreprise de survivre, voire de croître, et de prospérer sur le marché ». Ils ajoutent que l'adaptabilité évolutive dépend de l'adéquation des Capacités Dynamiques au contexte externe de l'organisation. Pour revenir à l'IoT, il est largement admis dans la littérature (Alavian *et al.*, 2020 ; Chen *et al.*, 2018 ; Ding *et al.*, 2019 ; Rossit *et al.*, 2019) que la routinisation de cette technologie peut permettre aux organisations d'améliorer la flexibilité du système d'activités qui, à son tour, conduit à une adaptation évolutive aux préférences

⁹² Evolutionary fitness

volatiles des clients. Comme le soulignent Tallon *et al.* (2019 p.220), la flexibilité sur laquelle ouvre l'usage de la technologie peut avoir une valeur durable puisqu'elle permet aux organisations de prévenir la baisse de performance dans le temps. L'usage de l'IoT peut également permettre aux organisations, par exemple, d'améliorer (réduire) continuellement la consommation d'énergie des installations de production (Chen *et al.*, 2018) afin de s'adapter durablement aux normes changeantes et de plus en plus exigeantes en termes de responsabilité sociale et environnementale. L'usage de l'IoT peut donc aider les organisations à s'adapter de manière évolutive aux marchés et aux environnements. En nous appuyant sur ces éléments, nous affirmons que l'usage de l'IoT remplit aussi le critère de l'adaptabilité évolutive.

Plus généralement, la perception de l'usage de l'IoT comme une Capacité Dynamique est cohérente avec l'approche des SIs capacitantes que suggèrent Peppard & Ward (2004, p.171) et mentionnée plus haut dans le manuscrit (p.3-4). Peppard & Ward (2004) la définissent comme la capacité des SIs/TIs à fournir de manière répétée et continue (c'est-à-dire de manière durable) une valeur explicite conduisant à un avantage concurrentiel durable.

2.2.2.3 Les capacités opérationnelles ordinaires

Les Capacités Dynamiques doivent être distinguées des capacités ordinaires qui sont des capacités opérationnelles relatives au fonctionnement et au système d'activités actuels de l'organisation. Ces dernières s'appuient sur « plus ou moins les mêmes techniques, à la même échelle, pour soutenir les produits et services actuels, pour les mêmes clients » (Helfat & Winter, 2011 p.1244). Les capacités opérationnelles ordinaires, également qualifiées de capacités de niveau zéro, sont statiques. Elles permettent de maintenir le statu quo et d'opérer efficacement les activités actuelles de l'organisation (Helfat & Winter, 2011 ; Teece, 2012 ; Winter, 2003). Elles s'appuient sur les processus et les routines, qui à leur tour s'appuient sur les interactions et les combinaisons coordonnées au sein des systèmes formés par les membres

de l'organisation (et leurs connaissances) et les artefacts (outils, équipements) pour réaliser les tâches (Felin *et al.*, 2012 ; Roscoe *et al.*, 2019 ; Teece, 2012, 2014). En revanche, les Capacités Dynamiques permettent aux organisations de modifier leurs fonctionnements et leurs systèmes d'activités actuels, de remodeler les processus et routines sous-jacents, ou de pivoter pour se lancer sur de nouveaux marchés (Helfat & Winter, 2011 ; Winter, 2003). De manière générale, les Capacités Dynamiques permettent aux organisations d'orienter, d'étendre, de modifier les capacités opérationnelles ordinaires, ou d'en créer de nouvelles (Drnevich & Croson, 2013 ; Helfat & Winter, 2011 ; Teece, 2014 ; Winter, 2003 ; Zollo & Winter, 2002). En d'autres termes, les capacités ordinaires sont reconfigurables, modifiables ou renouvelables par les Capacités Dynamiques qui, en conséquence, correspondent à des capacités d'ordre supérieur (Felin *et al.*, 2012 p.1355). Les capacités opérationnelles ordinaires et leurs processus et routines sous-jacents peuvent permettre une adaptabilité technique à un moment donné, tandis que les Capacités Dynamiques visent surtout l'adaptabilité évolutive (Helfat *et al.*, 2007). Plusieurs travaux récents, dont certains déjà mentionnés plus haut (Brous *et al.*, 2019 ; Cagliano *et al.*, 2019 ; Côte-Real *et al.*, 2020 ; Fosso Wamba & Chatfield, 2009 ; Seetharaman *et al.*, 2019), montrent que l'usage de l'IoT permet aux organisations de remodeler, au besoin, leurs capacités et processus opérationnels. Ce qui peut ensuite leur permettre de rester durablement adaptées aux évolutions dans l'environnement.

Les trois sections ci-dessus (2.2.2.1, 2.2.2.2, 2.2.2.3) exposent les principales caractéristiques des Capacités Dynamiques que mentionne la littérature. Dans chacune de ces sections, nous rappelons aussi (comme récapitulé dans le Tableau 2.1) que l'usage routinisé de l'IoT correspond à l'ensemble de ces caractéristiques. En conséquence, la routinisation de l'IoT peut être considéré comme le développement ou la mise en place d'une Capacité Dynamique.

Pour les besoins des analyses que propose cette partie du manuscrit, l’usage routinisé de l’IoT correspond alors au développement d’une Capacité Dynamique.

Les caractéristiques que souligne la littérature pour les Capacités Dynamiques	Les correspondances que souligne la littérature sur l'usage de l'IoT
Les Capacités Dynamiques permettent de mettre en place de nouveaux processus (type de Capacités Dynamiques ; Helfat <i>et al.</i> , 2007).	L'usage de l'IoT entraîne des changements de processus (Bose <i>et al.</i> , 2009 ; Côte-Real <i>et al.</i> , 2020).
Les Capacités Dynamiques doivent permettre de concrétiser le changement envisagé (critère de l'adaptabilité technique ; Helfat <i>et al.</i> , 2007).	L'usage de l'IoT permet effectivement de concrétiser des changements opérationnels (Cagliano <i>et al.</i> , 2019).
Les Capacités Dynamiques doivent permettre de s'adapter durablement aux évolutions dans l'environnement (critère de l'adaptabilité évolutive ; Helfat <i>et al.</i> , 2007).	L'usage de l'IoT entraîne la flexibilité du système d'activités et donc la concrétisation de l'adaptation évolutive aux changements dans l'environnement (voir Alavian <i>et al.</i> , 2020).
Les Capacités Dynamiques permettent de reconfigurer, modifier les capacités opérationnelles ordinaires (Helfat & Winter, 2011).	L'usage de l'IoT permet de modifier les capacités opérationnelles ordinaires (Cagliano <i>et al.</i> , 2019 ; Olsen & Tomlin, 2020).

Tableau 2.1 : Principales caractéristiques des Capacités Dynamiques

Après avoir exposé nos deux fondements théoriques, nous allons ensuite les combiner dans une approche intégrative permettant d’éclairer les mécanismes et les formes de la valeur de la technologie que peuvent réaliser les organisations.

2.2.3 Un cadre intégrateur

L’analyse que développe cette partie du manuscrit s’appuie principalement sur le principe de « complémentarité » qu’explique la théorie PFI (Teece, 2018a) et sur la notion de « reconfiguration » que souligne la théorie des Capacités Dynamiques (Teece *et al.*, 1997). En effet, pour que la technologie fonctionne avec succès et offre aux organisations la possibilité de reconfigurer leurs systèmes d’activités et les capacités opérationnelles ordinaires relatives, plusieurs compléments technologiques et innovatifs situés au-delà des frontières des organisations sont indispensables. Les capacités opérationnelles ordinaires et les processus et routines sous-jacents orchestrent généralement les ressources et compétences possédées et acquises pour générer de la valeur. Mais comme Teece *et al.* (1997 p.516) le soulignent, cette valeur peut être maximisée si l’orchestration des ressources combine les ressources clé que possède l’organisation avec les ressources complémentaires appropriées que fournissent les

partenaires. Partant, tirer de la valeur de la technologie implique pour les organisations de routiniser la technologie, ici l'IoT (mécanisme 1), et de sélectionner par-delà leurs frontières les compléments indispensables (mécanisme 2) aux reconfigurations réussies et continues des capacités opérationnelles ordinaires de leurs systèmes d'activités et des processus sous-jacents. Ces reconfigurations résultant de l'orchestration combinée des deux mécanismes permettent aux organisations de s'adapter de manière évolutive et durable aux changements sur leurs marchés et dans leurs environnements. Ce faisant, l'IoT permet aux organisations d'améliorer, continuellement, la façon dont elles orchestrent leurs propres ressources. C'est ainsi que se concrétise la valeur découlant de l'usage de l'IoT à l'échelle des processus. En se référant à l'utilité relative que rappelle Frankena⁹³, les reconfigurations et améliorations qu'ouvre l'usage de l'IoT correspondent à des contributions pratiques reflétant la valeur d'usage⁹⁴ de la technologie. Ces reconfigurations et améliorations peuvent, selon les contextes particuliers des organisations, conduire (ou pas) à une amélioration des performances opérationnelles (Kohli & Devaraj, 2003 p.128). Les reconfigurations, changements et améliorations des processus correspondent donc à une importante dimension de la valeur de la technologie pour les organisations.

À l'échelle de l'ensemble de l'organisation, Teece *et al.* (1997, p.520) soulignent que l'introduction et l'usage de la technologie peuvent parfois entraîner une réorganisation radicale de l'organisation afin de mettre en place un nouvel ensemble de processus nécessaires à la création de valeur. La reconfiguration des processus découlant de l'usage de la technologie peut donc entraîner une évolution organisationnelle (Hensen & Dong, 2020). D'un autre côté, un lien direct peut aussi être établi entre la routinisation de la technologie et la refonte de la structure organisationnelle (DeSanctis & Pool, 1994 ; Leonardi, 2013). La littérature en MSI et en management en général (Besson & Rowe, 2012 ; DeSanctis & Pool,

⁹³ Voir p.85 plus haut dans le manuscrit

⁹⁴ Voir p.85 plus haut dans le manuscrit

1994 ; Markus, 2004 ; Warner & Wäger, 2019) a déjà largement discuté des changements organisationnels qu’entraînent les TI. Par exemple, l’usage des TI peut entraîner pour les organisations des changements concernant leurs Business Models (Gregor *et al.*, 2006 p.252), puis éventuellement une refonte de leurs structures profondes (Besson & Rowe, 2012 ; Gersick, 1991). Pour revenir à l’IoT, des ressources complémentaires sont également essentielles pour mener à bien de tels changements organisationnels (Teece, 2018b). Dans notre conceptualisation, nous considérons les changements organisationnels qu’entraîne l’IoT comme une autre dimension importante de la valeur de la technologie. Il convient de noter que les changements organisationnels, lorsqu’ils découlent directement de la routinisation de la technologie, peuvent ensuite entraîner des reconfigurations et changements des processus opérationnels. Les deux principales dimensions de la valeur de la technologie pour les organisations ainsi mentionnées peuvent, selon les contextes particuliers des organisations, conduire (ou pas) à des améliorations de performances, comme le récapitule la Figure 2.1 qui synthétise le cadre théorique développé.

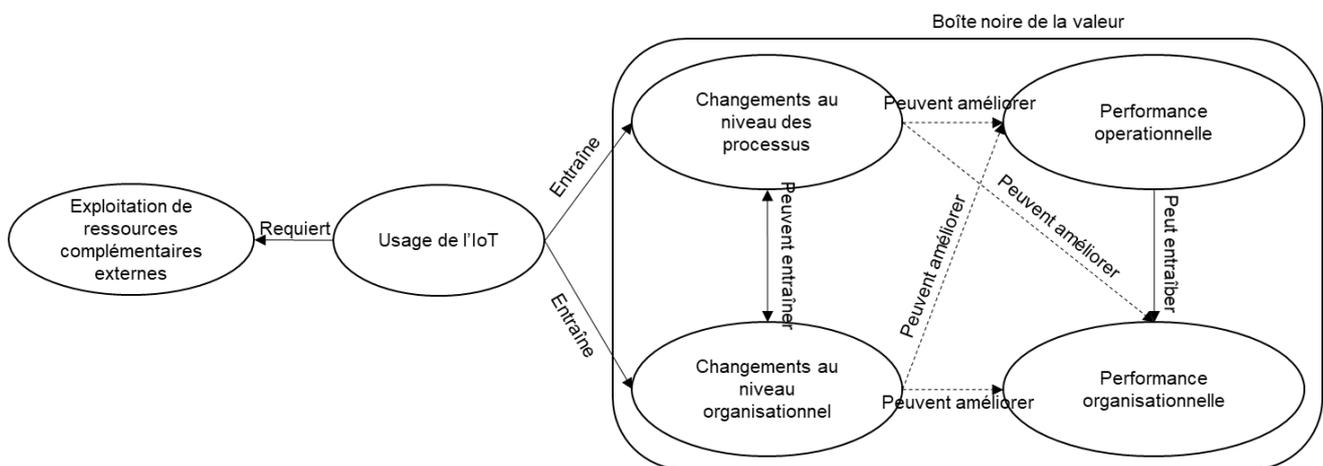


Figure 2.1 : Cadre théorique de la réalisation de la valeur de l’IoT pour les organisations

Comme on peut le voir, la figure établit des relations entre les concepts mobilisés et souligne que la concrétisation de la valeur ne suit pas un cheminement linéaire et direct comme le suggèrent certaines précédentes et influentes contributions (ex. Grover *et al.*, 2018 p.398 ; Melville *et al.*, 2004 p.293 ; Schryen, 2013 p.144). La figure présente en particulier la valeur

de la technologie comme un construit incluant deux dimensions, les reconfigurations et changements de processus d'une part, les changements organisationnels de l'autre. Chacune de ces dimensions peut à son tour inclure plusieurs formes de valeur. Nous ajoutons alors sur la figure le qualificatif « boîte noire » que nous empruntons à Chan (2000) pour souligner la complexité de l'examen de la valeur en tant que construit théorique, et pour rappeler que les aspects multidimensionnel et complexe de ce construit restent sous-explorés dans la littérature en MSI. Notre analyse suggère aussi que le contenu du construit valeur est instable puisqu'il est fonction de la technologie utilisée d'une part et du contexte particulier de l'organisation (idiosyncrasies, éléments positionnels) d'autre part. Les flèches en pointillé visent à souligner que la matérialisation des performances économiques mesurables n'est qu'une éventualité et non une condition sine qua non en ce qui concerne la conceptualisation de la valeur de la technologie.

Après avoir exposé les fondements théoriques de l'analyse, et présenté les deux mécanismes dont l'orchestration⁹⁵ combinée permet la réalisation de la valeur de la technologie, nous examinons ensuite les différentes dimensions et formes de la valeur. Nous discutons donc d'abord des reconfigurations et changements de processus, et ensuite des changements organisationnels. L'éventuelle matérialisation de performances économiques mesurables est enfin analysée. Ces discussions s'appuient sur une revue de la littérature examinant l'usage de l'IoT et publiée dans des revues de référence en MSI (voir Annexes 2.1 et 2.2) dont les huit revues structurantes⁹⁶ que référence l' AIS⁹⁷. Plusieurs propositions théoriques accompagnent ces discussions. De même, plusieurs questions de recherche sont soulevées afin de suggérer des voies potentielles de recherche pour les travaux futurs, l'identification de nouvelles pistes

⁹⁵ L'orchestration correspond à la mise en œuvre délibérée des mécanismes par l'organisation. Voir Helfat *et al.* (2007 p.22-24) et Sirmon *et al.* (2011 p.1392-1394) pour un aperçu étendu concernant l'orchestration.

⁹⁶ IS basket of eight

⁹⁷ Association for Information Systems

de recherche n'étant pas une option⁹⁸ dans le cadre des revues de littérature, et est inhérent à l'aspect critique de la revue de littérature (Rowe, 2014 p.243).

2.3 Concrétiser les reconfigurations et changements de processus

Dans leur acception la plus simple, les processus correspondent à des séquences d'événements interdépendants (Felin *et al.*, 2012 p.1362) concernant la réalisation de tâches répétitives (Bingham & Eisenhardt, 2011 p.1437). Ils résident dans la boîte noire du système d'activités de l'organisation et concernent généralement l'exploitation directe des ressources et compétences, c'est-à-dire la manière dont elles sont combinées et arrangées pour transformer des inputs en outputs (Melville *et al.*, 2004 ; Teece *et al.*, 1997). Les processus sont ainsi au cœur du système d'activités de l'organisation. Même dans les conceptualisations de la valeur de la technologie qui se focalisent principalement ou uniquement sur les performances économiques, les processus sont considérés comme importants car ils soutiennent la matérialisation des performances économiques (Bygstad & Øvrelid, 2020 ; Coombs *et al.*, 2020 ; Melville *et al.*, 2004). La réalisation des performances économiques découle ici de la manière dont les ressources et compétences sont combinées, exploitées, de la manière dont les ressources et compétences sont mises en interaction. Comme expliqué ci-dessus (p.105), l'orchestration du mécanisme de la routinisation de l'IoT (Makadok, 2001) entraîne la concrétisation des reconfigurations et des changements de processus. Autrement dit, la routinisation de l'IoT entraîne des reconfigurations et des changements dans la manière dont les ressources et compétences du système d'activités de l'organisation sont combinées, exploitées. Dans cette section, nous examinons les quatre principaux changements et reconfigurations de processus qu'entraîne la routinisation de l'IoT : *la visibilité des processus, l'automatisation des processus, la reconfiguration des processus et la socialisation des artefacts physiques*. Ils peuvent être considérés comme des formes finales légitimes de la

⁹⁸ Entendre que l'identification de nouvelles voies de recherche est plutôt une obligation forte, surtout lorsque le réalisme critique constitue le fondement philosophique et épistémologique de la réflexion.

valeur de la technologie. Ils émergent de la littérature examinée (voir Tableau 2.2), mais sont rarement mis en perspective par les travaux examinant la valeur de la technologie pour les organisations. En général, ces reconfigurations et changements permettent aux organisations d'améliorer les processus sous-jacents à leurs systèmes d'activités, voire de les renouveler complètement.

Dimensions ou thèmes dans la littérature	Sous-dimensions	Travaux pris en compte
Les reconfigurations et changements de processus	Améliorer la visibilité des processus	Lee & Shim (2007); Zhou <i>et al.</i> (2009); Bardaki <i>et al.</i> (2011); Tsai <i>et al.</i> (2011); Wang <i>et al.</i> (2011); Østerlie <i>et al.</i> (2012); Almklov <i>et al.</i> (2014); Habjan <i>et al.</i> (2014); Monteiro & Parmiggiani (2019); Côte-Real <i>et al.</i> (2020); Lei <i>et al.</i> (2021); Mikalsen & Monteiro (2021)
	Automatisation des processus	Baars <i>et al.</i> (2009); Thiesse <i>et al.</i> (2009); Teo <i>et al.</i> (2009); Leung <i>et al.</i> (2014); Østerlie & Monteiro (2020); Cranmer <i>et al.</i> (2021)
	Transformation des processus	Bose <i>et al.</i> (2009); Fosso-Wamba & Chatfield (2009); Teo <i>et al.</i> (2009); Cao <i>et al.</i> (2014); Wei <i>et al.</i> (2015); Côte-Real <i>et al.</i> (2020); Shao <i>et al.</i> (2022)
	Socialisation des artefacts	Nicolescu <i>et al.</i> (2018); Oberländer <i>et al.</i> (2018); Monteiro & Parmiggiani (2019); Côte-Real <i>et al.</i> (2020)
Les changements organisationnels	Changements du Business Model	Fosso-Wamba & Chatfield (2009); Li <i>et al.</i> (2009); Thiesse <i>et al.</i> (2009); Teo <i>et al.</i> (2009); Aloysius <i>et al.</i> (2013); Tsai <i>et al.</i> (2013); Prince <i>et al.</i> (2014); Venkatesh <i>et al.</i> (2017); Oberländer <i>et al.</i> (2018); Lee <i>et al.</i> (2020); Velsberg <i>et al.</i> (2020); Xie <i>et al.</i> (2020); Cranmer <i>et al.</i> (2021); Lei <i>et al.</i> (2021)
	Changements dans la structure	Fosso-Wamba & Chatfield (2009); Li <i>et al.</i> (2009); Otondo <i>et al.</i> (2009); Wei <i>et al.</i> (2015); Monteiro & Parmiggiani (2019); Baiyere <i>et al.</i> (2020); Côte-Real <i>et al.</i> (2020); Østerlie & Monteiro (2020); Wessel <i>et al.</i> (2020)
Les performances économiques mesurables	Performances opérationnelles (processus)	Thiesse <i>et al.</i> (2009); Teo <i>et al.</i> (2009); Teo <i>et al.</i> (2011); Wang <i>et al.</i> (2011); Habjan <i>et al.</i> (2014); Wei <i>et al.</i> (2015); Xie <i>et al.</i> (2020); Lei <i>et al.</i> (2021)
	Performances organisationnelles	Li <i>et al.</i> (2009); Teo <i>et al.</i> (2009); Kasiri <i>et al.</i> (2012); Fridgen <i>et al.</i> (2016); Yang & Xiong (2019); Yassaee <i>et al.</i> (2019); Adamopoulos <i>et al.</i> (2021); Daassi & Debbabi (2021); Pamuru <i>et al.</i> (2021); Zhang & Zhang (2021)
Ressources complémentaires	Internes	Thiesse <i>et al.</i> (2009); Almklov <i>et al.</i> (2014); Wei <i>et al.</i> (2015); Mikalsen & Monteiro (2021)
	Indéfinis	Baars <i>et al.</i> (2009); Fosso Wamba & Chatfield (2009); Roh <i>et al.</i> (2009); Teo <i>et al.</i> (2009); Teo <i>et al.</i> (2011); Østerlie <i>et al.</i> (2012); Leung <i>et al.</i> (2014); Fridgen <i>et al.</i> (2016); Côte-Real <i>et al.</i> (2020); Lee <i>et al.</i> (2020)
	Externes	Otondo <i>et al.</i> (2009); Teo <i>et al.</i> (2009); Almklov <i>et al.</i> (2014); Nicolescu <i>et al.</i> (2018); Monteiro & Parmiggiani (2019); Østerlie & Monteiro (2020); Adamopoulos <i>et al.</i> (2021)
Stratégies au niveau individuel	Cognition	Otondo <i>et al.</i> (2009); Teo <i>et al.</i> (2011); Leung <i>et al.</i> (2014); Mettler & Wulf (2019); Baiyere <i>et al.</i> (2020)
	Dialogue	Prince <i>et al.</i> (2014)

Tableau 2.2 : La littérature en MSI sur l'IoT mobilisée pour alimenter les discussions présentées dans la suite la première partie

2.3.1 La visibilité des processus

La visibilité est l'un des bénéfices classiques de l'usage de l'IoT souvent mis en exergue dans la littérature. Elle correspond à la capacité de la technologie à fournir en permanence des

informations sur ce qui se passe au sein du système d'activités de l'organisation, par exemple, du début à la fin d'un processus particulier. En s'appuyant sur son infrastructure de capteurs, l'IoT permet de vérifier à tout moment l'état du processus, sa progression par rapport à la trajectoire espérée. Mais comme certains académiques (Habjan *et al.*, 2014 ; Lerch & Harter, 2001) le soulignent à juste titre, cette perspective de visibilité en temps réel de bout en bout n'a de la valeur que si les organisations peuvent en tirer parti, par exemple, en prenant des décisions plus rapides et plus éclairées sur des questions telles que les stocks, la qualité, l'expérience client, la planification des activités, etc. C'est de cette manière que la visibilité de bout en bout peut être bénéfique pour les organisations. Plusieurs académiques (Guercini & Milanese, 2020 ; Stingl & Joana, 2021) indiquent en effet que le manque ou le mauvais accès à des informations fiables représente l'un des principaux facteurs introduisant de l'incertitude dans le processus de décision.

S'appuyant sur la rationalité opérable des membres de l'organisation, le parcours décisionnel est souvent constitué de deux approches distinctes : 1- celle fondée sur la rationalité, et 2- celle fondée sur des règles (Guercini & Milanese, 2020 ; Guillemette *et al.*, 2014 ; Habjan *et al.*, 2014 ; March, 1994 ; Simon, 1967). La première approche s'inspire de la pensée néoclassique et considère que les dotations en rationalité des membres de l'organisation peuvent guider leur discernement et leurs décisions. Ils ont la capacité de formaliser rigoureusement les contextes dans lesquels évolue l'organisation et de prendre des décisions fondées sur des informations exhaustives concernant le problème traité. Une telle approche requiert des capacités cognitives, de traitement et de calcul importantes, voire illimitées. Elle exige la prise en compte directe de toutes les informations disponibles pour prendre la décision la plus efficace. Comme on peut l'imaginer, l'usage de l'IoT est particulièrement pertinent pour une telle approche. La visibilité en temps réel qu'il offre correspond à l'exhaustivité requise puisque les données qu'il met à disposition rendent compte de ce qui se

passé en temps réel. Dans la littérature en MSI, Bardaki *et al.* (2011) modélisent les configurations dans lesquelles l'exhaustivité des données et des informations IoT peut être améliorée. D'autre part, Monteiro & Parmiggiani (2019) soulignent que les données IoT peuvent effectivement rendre compte de la réalité phénoménologique, de l'expérience spécifique au contexte. Ces données permettent aux membres de l'organisation d'être en mesure de mieux formaliser les contextes de l'organisation. Guillemette *et al.* (2014) mettent en évidence que la complétude des données est une composante fondamentale de la performance du processus décisionnel et un antécédent de la qualité de la décision qui en résulte, notamment dans le cas de processus décisionnels non structurés ou mal structurés. Par conséquent, l'usage de l'IoT peut augmenter la capacité de prise de décision des organisations, en ancrant la rationalité dans le processus décisionnel (Côte-Real *et al.*, 2020).

Nous formulons alors la proposition théorique suivante :

Proposition 1a : L'amélioration de la visibilité des processus découlant de la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur le renforcement du fondement rationnel de la prise de décision par les membres de l'organisation.

Selon la seconde approche du processus décisionnel, les membres de l'organisation disposent souvent, d'informations, de capacités cognitives et de calcul limitées. En outre, ils ont souvent une pression temporelle, c'est-à-dire un temps disponible limité. Donc, leur comportement décisionnel s'appuie davantage sur des raccourcis cognitifs qui exploitent des sous-ensembles de données (Bingham & Eisenhardt, 2011 ; Gigerenzer, 2001 ; Guercini & Milanesi, 2020 ; Stingl & Joana, 2021). Basée sur des règles simples mais spécifiques au contexte, cette approche, également appelée heuristique, est moins consommatrice en termes de ressources et de temps. Elle se révèle donc moins coûteuse. Les heuristiques sont en effet des outils adaptatifs sélectionnés et appliqués en tenant compte des différents contextes de décision. Elles suggèrent « que le discernement et la prise de décision sont basés sur un ensemble de stratégies cognitives adaptatives s'appuyant de manière rapide et frugale sur un sous-

ensemble d'informations disponibles sous forme d'indices » (Stingl & Joana, 2021 p.4). Les heuristiques s'appuient généralement sur des modèles, des règles empiriques. Sans surprise, l'usage de l'IoT peut également correspondre à cette deuxième approche décisionnelle. Une fois les règles définies et les données requises spécifiées, l'infrastructure IoT, grâce à ses capteurs et ses divers artefacts, peut fournir les données requises, dans les délais et le volume spécifiés. Dans cet ordre d'idées, Monteiro & Parmiggiani (2019) rapportent le cas d'une entreprise pétrolière et gazière déployant une infrastructure IoT permettant d'obtenir une visibilité en temps réel de la biomasse sous-marine. Avec la participation de plusieurs parties prenantes (internes comme externes), l'entreprise a défini de manière spécifique ce à quoi correspond la biomasse sous-marine dont il faut tenir compte dans le cadre de ses opérations, mis en place des métriques d'évaluation de risques concernant ladite biomasse, et édicté des règles sur la manière d'exécuter les processus opérationnels (forage, extraction, etc.) en tenant compte de ces paramètres. Comme le notent Monteiro & Parmiggiani (2019 p.175-176), l'infrastructure

... « était destinée à surveiller la biomasse à l'aide de l'IoT avec une visualisation en temps réel pour les utilisateurs concernés, ce qui permet d'informer et de soutenir la prise de décision opérationnelle. Un algorithme d'accompagnement en temps réel aidait à évaluer le risque environnemental pendant les opérations. Les mesures de biomasse dépassant un certain seuil pouvaient, par exemple, être utilisées pour interrompre les opérations si elles menacent la reproduction des poissons ou leurs schémas migratoires. »

Dans cette illustration que présentent Monteiro & Parmiggiani (2019), certaines règles de décision ou heuristiques concernant la conduite des opérations s'appuient sur des seuils de mesures de la biomasse sous-marine, des mesures en temps réel que rendent possibles les données IoT collectées. Au-delà du bénéfice de l'usage de l'IoT dans le cadre d'un processus décisionnel basé sur les heuristiques, cet exemple suggère aussi que la rationalité et l'approche par les heuristiques peuvent être rapprochées, et même combinées (Guillemette *et al.*, 2014 p.624), plutôt qu'opposées. L'usage de l'IoT permet d'accéder à l'exhaustivité de

l'information sur la situation (approche rationnelle). Cette exhaustivité alimente des règles de décisions fondées sur des seuils de mesure (approche par les heuristiques). L'exemple indique aussi que la visibilité en temps réel s'intègre parfaitement à une approche décisionnelle combinant rationalité et heuristiques. Par conséquent, nous formulons les propositions théoriques suivantes :

Proposition 1b : L'amélioration de la visibilité découlant de la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur le déploiement par l'organisation de processus décisionnels basés sur des heuristiques.

Proposition 1c : L'amélioration de la visibilité découlant de la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur le déploiement par l'organisation de processus décisionnels mixtes qui combinent heuristiques et rationalité.

Bien que la prise de décision constitue un courant de recherche classique en MSI, les travaux examinant l'approche par les heuristiques semblent rares, en particulier dans les revues structurantes de la discipline. Pourtant, cette approche décisionnelle peut être pertinente, en particulier dans le contexte actuel de la généralisation de la datafication, c'est-à-dire donner du sens aux données via les techniques d'exploration et de fouille de données en s'appuyant sur la technologie, pour aboutir à des informations et des connaissances sur des phénomènes d'intérêt (Lycett, 2013 ; Sharma *et al.*, 2014). Comme on peut l'imaginer, l'usage de l'IoT, à travers les données spécifiques qu'il rend disponible, peut apporter une contribution essentielle à la datafication. Si certains travaux empiriques (Côte-Real *et al.*, 2020 ; Habjan *et al.*, 2014 ; Monteiro & Parmiggiani 2019) montrent qu'il est possible de tirer parti de cette technologie pour améliorer la prise de décision, l'investigation empirique du « comment » reste particulièrement limitée, surtout en ce qui concerne l'approche par les heuristiques. Nous invitons alors les académiques à s'intéresser à la question suivante :

Question de recherche 1a : Comment (processus, mécanismes) les organisations s'appuient-elles sur les données IoT pour établir des processus décisionnels fondés sur les heuristiques ?

Lorsque les données IoT proviennent de divers artefacts connectés (ex. des capteurs autonomes, des appareils équipés de capteurs, des wearables, etc.), et sont disponibles sous

des formats multiples, on parle de données hétérogènes ou non structurées. Les villes intelligentes sont des exemples de contextes où ces types de données peuvent être rencontrés, car il existe de multiples actifs et ressources gérés par les municipalités qui peuvent être équipés de capteurs, notamment des bâtiments, des lampadaires, des arrêts de bus, des poubelles, des caméras de surveillance des routes et des places publiques, des parkings, etc. Les technologies et infrastructures IoT déployées pour chacun de ces actifs connectés sont rarement identiques. Les formats de données fournies sont souvent alors hétérogènes. Parfois, les actifs sont également connectés sans objectifs prédéfinis. Il peut donc être particulièrement difficile d'extraire des enseignements et de la connaissance de ces données lorsqu'elles sont rapprochées. Mais, comme le soulignent Gregory & Muntermann (2014), l'approche par les heuristiques peut potentiellement être utile. Les deux académiques décrivent un processus proactif intégrant la recherche heuristique et la synthèse heuristique comme des mécanismes imbriqués pouvant permettre d'extraire des enseignements de données non structurées. La recherche heuristique correspond à la « recherche d'une solution satisfaisante au problème », tandis que la synthèse heuristique concerne « la synthèse des nouvelles informations générées pendant la recherche heuristique » (Gregory & Muntermann, 2014 p.639). Leur approche est intéressante et ouvre la voie à la conversation sur l'intérêt potentiel de l'approche par les heuristiques pour étudier la prise de décision fondée sur des données non structurées. Les travaux futurs sont donc invités à poursuivre cette discussion émergente.

Question de recherche 1b : Comment les données IoT non structurées peuvent-elles être exploitées par les organisations pour déployer des approches décisionnelles fondées sur les heuristiques conduisant ensuite à l'amélioration globale de la prise de décision ?

2.3.2 L'automatisation des processus

L'automatisation est un autre bénéfice de l'IoT fréquemment mentionné dans la littérature. Elle combine souvent réduction du temps de réalisation des tâches et amélioration de la précision dans la réalisation de ces tâches. La littérature en MSI présente plusieurs

illustrations. Leung *et al.* (2014) notent que l'usage de la RFID permet une acquisition améliorée et plus précise des données des articles lors de la réception des commandes. Thiesse *et al.* (2009) présentent une illustration similaire, tandis que Baars *et al.* (2009) montrent que l'usage de l'IoT élimine l'aspect manuel de l'acquisition des données. De manière générale, l'automatisation correspond au remplacement des individus par des machines (par ex. des artefacts numériques) pour effectuer les tâches prévues (Coombs *et al.*, 2020 ; Parasuraman & Riley, 1997). Le bénéfice qu'un tel remplacement peut générer pour les organisations concerne principalement 1- la réduction des erreurs lors de la réalisation de la tâche et la réduction du temps d'achèvement de la tâche, ainsi que 2- l'amélioration du bien-être des membres de l'organisation. En effet, la combinaison de l'expérience progressive acquise dans la réalisation de la tâche (ex. le nombre de mois ou d'années passés au même poste à effectuer un type de tâche) et de l'accumulation de connaissances relatives à cette tâche (ex. par les formations effectuées au fil des mois ou des années passés au poste, par les discussions formelles et informelles avec les pairs sur la meilleure manière d'effectuer la tâche) peut améliorer la dextérité de l'individu. Cela aboutit généralement à une réduction du temps nécessaire pour la réalisation de la tâche. Cependant, l'ampleur de la réduction du temps de réalisation de la tâche pouvant découler d'une dextérité améliorée est généralement faible. En revanche, l'automatisation peut réduire radicalement le temps de réalisation des tâches (Coombs *et al.*, 2020 ; Langer *et al.*, 2021). De même, l'amélioration de la dextérité de l'individu peut réduire les erreurs lors de la réalisation de la tâche sans les éliminer complètement. Contrairement à l'automatisation qui permet généralement de réaliser sans erreurs des tâches, des processus et des opérations. Compte tenu des conséquences potentielles des erreurs, en l'occurrence le temps et le coût de la rectification ou du retravail, l'allongement ensuite du temps d'achèvement de la tâche, les bénéfices que peut apporter l'automatisation basée sur l'IoT semblent particulièrement utiles et précieux. Des bénéfices

conduisant à une réalisation sans défaut dès la première tentative. Ces bénéfices sont reflétés dans les propositions théoriques suivantes :

Proposition 2a : Les réductions de temps d'exécution des processus qu'entraîne l'automatisation des tâches basée sur l'IoT sont plus importantes que les réductions de temps d'exécution des processus découlant de l'amélioration de la dextérité des membres de l'organisation.

Proposition 2b : L'automatisation des tâches qu'entraîne la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur la bonne exécution (sans défaut ou erreur) des processus du premier coup.

Relativement au bien-être des membres de l'organisation, la littérature suggère souvent une relation positive entre l'automatisation et des questions comme l'amélioration des conditions et de l'environnement de travail, les relations sociales et le climat de travail, la satisfaction au travail (Langer *et al.*, 2021 ; Wong & Ngin, 1997). Par exemple, l'un des objectifs de l'automatisation pouvant être atteint avec des artefacts mécaniques et physiques (par ex. des robots) est d'améliorer l'ergonomie du poste de travail et de décharger les membres de l'organisation des tâches pénibles. De même, la possibilité de réduire la charge cognitive et les erreurs qui en découlent grâce à l'automatisation par la technologie peut améliorer le bien-être des membres de l'organisation et le climat de travail. Le bien-être est donc une question importante lorsqu'on examine la valeur de la technologie, en particulier l'automatisation. Étonnamment, cette question est rarement examinée par les travaux en MSI. Pourtant, l'amélioration du bien-être est une forme importante de valeur que la technologie ouvre pour les organisations. En effet, si une innovation technologique provoque un traumatisme et met les membres de l'organisation mal à l'aise, elle ne sera pas utilisée, et ne pourra générer de la valeur. En revanche, si elle entraîne une amélioration du bien-être des membres de l'organisation, alors il s'agit d'une innovation utile et précieuse. De cette analyse découlent les propositions suivantes :

Proposition 2c : L'automatisation des tâches qu'entraîne la routinisation de l'IoT a une influence indirecte positive sur l'amélioration du bien-être pour les

membres de l'organisation, avec comme paramètre médiateur l'amélioration de l'ergonomie du poste de travail.

Proposition 2d : L'automatisation des tâches qu'entraîne la routinisation de l'IoT a une influence indirecte positive sur l'amélioration du bien-être pour les membres de l'organisation, avec comme paramètre médiateur la suppression de la pénibilité des tâches.

L'automatisation se présente souvent sous deux principales formes. Elle peut conduire au remplacement total des membres de l'organisation pour effectuer certaines tâches manuelles préalables ou traiter des informations menant ensuite à de la prise de décision. Elle peut aussi seulement compléter ou augmenter les membres de l'organisation, c'est-à-dire les aider à améliorer la façon de réaliser leurs tâches (Coombs *et al.*, 2020). La prise en compte du niveau d'automatisation est importante lors de l'examen de cette question. Un niveau d'automatisation plus élevé ou une automatisation complète peut ne pas conduire à une meilleure productivité. Par exemple, Tesla⁹⁹ avait renoncé à un moment à une automatisation très élevée de son usine de Fremont après avoir réalisé qu'un tel niveau d'automatisation peut affecter de manière négative la productivité tout en augmentant simultanément les coûts de production. De même, un niveau élevé d'automatisation peut nuire au climat et au bien-être au travail, car les membres de l'organisation peuvent avoir le sentiment d'être dépossédés de leurs prérogatives professionnelles essentielles. Comme le soulignent Langer *et al.* (2021), l'automatisation peut réduire l'autonomie et la responsabilité perçues par les individus, ce qui peut alors conduire à la démotivation, au découragement et à l'insatisfaction professionnelle. Dit autrement, l'automatisation peut aussi entraîner un malaise qui conduit souvent à la destruction de la valeur plutôt qu'à sa concrétisation. Markus (2004 p.14) rapporte une illustration chez Southern California Bizco où l'adoption d'un système d'approvisionnement digital a conduit à une rébellion des spécialistes des achats qui considéraient que le nouveau système éliminait la partie essentielle de leur travail, à savoir les interactions avec les fournisseurs. Dans la littérature sur l'IoT, Østerlie & Monteiro (2020) rapportent aussi un cas

⁹⁹ Cet exemple est issu d'un article de presse du 28 février 2019 publié dans le magazine Challenges n°599 et titré « L'usine du futur cafouille en Californie ».

où l'usage massif de cette technologie par une organisation pétrolière et gazière a entraîné une automatisation importante et un déplacement des tâches et du personnel des plateformes offshore vers les centres d'opérations à terre. Toutefois, cette évolution n'a pas été sans heurts et les syndicats des travailleurs offshore ont affirmé qu'un tel changement résultant d'une forte automatisation rendue possible par l'IoT a érodé la sécurité opérationnelle sur leurs lieux de travail, les plateformes offshore. Ces exemples, ainsi que les développements précédents concernant l'identification du niveau pertinent d'automatisation, reflètent dans une certaine mesure l'importance de la position (Matthes, 2015 ; Scheffler, 2010) pour la valorisation de la technologie. S'appuyant sur leurs positions (ex. les particularismes de leurs métiers) les spécialistes des achats (Markus, 2004) comme les travailleurs sur les plateformes offshore (Østerlie & Monteiro, 2020) ne valorisent pas l'automatisation qu'offre la technologie. De même, les idiosyncrasies de Tesla l'empêchent (à un moment) de valoriser l'automatisation fondée sur la technologie. En conséquence, lorsque l'organisation envisage d'automatiser, il est essentiel qu'elle s'interroge et identifie le niveau approprié qui conviendra le mieux à son contexte positionnel. Nous invitons donc les futurs travaux à se pencher sur la question suivante :

Question de recherche 2a : Quelles formes ou quels niveaux d'automatisation des tâches basés sur l'IoT permettent à l'organisation d'améliorer le bien-être de ses membres, de proposer un climat de travail apaisé à ses membres ?

Sur le bien-être, on peut aussi faire mention d'une voie de recherche émergente en MSI. Elle explore les bénéfices que les organisations peuvent espérer réaliser en routinisant une gamme d'artéfacts sans fil baptisés physiolytiques. Ces wearables intègrent souvent capteurs, actionneurs, connectivité, analyse des données et apprentissage automatique pour mesurer et afficher différents paramètres physiologiques individuels. Ils visent généralement à détecter et à prévenir les risques pour la santé des employés dans le contexte professionnel. Mettler & Wulf (2019) indiquent par exemple qu'ils peuvent permettre de réduire ou d'éviter les risques

provenant de la fatigue des employés, de postures dangereuses, de mouvements mal coordonnés, du stress lié au travail, etc. Et Yassaee *et al.* (2019) précisent qu'ils permettent aux organisations de détecter les schémas comportementaux et les facteurs environnementaux affectant la santé et le bien-être au travail. Ce faisant, les physiolytiques constituent une classe spécifique d'artéfacts IoT dédiée à l'amélioration du bien-être des membres de l'organisation et, de manière générale, à l'amélioration du climat de travail.

Parallèlement, les physiolytiques ne sont pas sans soulever plusieurs inquiétudes. Les premiers travaux alimentant la conversation académique sur cette thématique émergente reconnaissent que l'usage des physiolytiques sur le lieu de travail peut s'accompagner de conduites controversées correspondant au côté obscur¹⁰⁰ de l'usage de la technologie. Comme le rappellent Mettler & Wulf (2019), les organisations peuvent réexploiter les données de l'usage des physiolytiques contre les intérêts de leurs membres et à des fins autres que la santé et le bien-être. Ces académiques notent que l'usage des physiolytiques peut ainsi aboutir à quelque chose se situant à l'opposé de son objectif premier puisque les organisations peuvent exploiter ces données pour réduire l'autonomie¹⁰¹ et l'autodétermination des salariés dans la réalisation de leurs tâches. Dans le même ordre d'idées, Yassaee *et al.* (2019) soulignent les risques pour la vie privée des membres de l'organisation lorsqu'ils acceptent d'utiliser ces artéfacts IoT. Ces divers facteurs de risque de l'usage des physiolytiques peuvent finalement conduire les membres de l'organisation à la démotivation, à l'insatisfaction professionnelle et à un climat de travail dégradé. Yassaee *et al.* (2019) recommandent alors que la conception et l'usage de cette classe d'artéfacts IoT s'accompagnent de stratégies visant à réduire les tensions sociales potentielles relatives à la confidentialité et à l'usage abusif des données. Plus largement, nous invitons les chercheurs en MSI à accorder davantage d'attention à la question

¹⁰⁰ Dark side

¹⁰¹ Voir aussi De Moya & Pallud (2020) à propos de la déresponsabilisation potentielle pouvant découler de l'usage des physiolytiques.

naissante des wearables et de l'usage des physiolytiques dans le contexte professionnel dans le but d'améliorer le bien-être. Bien que les premiers travaux (Mettler & Wulf, 2019 ; Yassae *et al.*, 2019) commencent à apporter des premières réponses intéressantes, nous attirons l'attention sur la question suivante :

Question de recherche 2b : Comment les organisations peuvent-elles susciter l'adhésion et la confiance de leurs membres pour routiniser les physiolytiques ?

2.3.3 La reconfiguration des processus

Probablement le bénéfice résultant de l'usage de l'IoT le plus mentionné dans la littérature, la reconfiguration des processus correspond à la capacité qu'offre l'IoT de refondre ou de renouveler les processus, les procédures et les routines sous-jacents au système d'activités de l'organisation (Teece, 2007). Dans cet ordre d'idées, Bose *et al.* (2009) notent que l'usage de la RFID entraîne inévitablement des changements dans les processus opérationnels. Cao *et al.* (2014) observent aussi que l'usage de la RFID permet de rationaliser les processus. De même, Côte-Real *et al.* (2020) indiquent que l'IoT permet l'amélioration continue des processus et l'innovation. Et Fosso Wamba & Chatfield (2009) soulignent que la refonte des processus est impérative pour tirer profit de la RFID. Ces affirmations soulignent à quel point la reconfiguration des processus est un bénéfice essentiel de l'usage de l'IoT. Plusieurs travaux notent également que l'objectif de la reconfiguration qu'entraîne l'IoT est de rendre les organisations plus réactives, grâce à l'adaptabilité technique et évolutive, face à un environnement changeant rapidement, comme nous l'avons mentionné plus haut¹⁰². En effet, les données IoT collectées en temps réel et en continu sur l'infrastructure de production, auprès des clients (concernant la manière dont ils utilisent les produits) et parfois auprès de tiers (par ex. les municipalités) permettent aux organisations d'ajuster en permanence leurs systèmes d'activités et leurs processus sous-jacents pour s'adapter durablement aux changements de l'environnement. Dans cet ordre d'idées, Fosso Wamba & Chatfield (2009)

¹⁰² Voir p.100-102 du présent manuscrit

soulignent la nécessité de faire face aux bouleversements environnementaux en reconfigurant avant d'espérer tirer de la valeur (ici amélioration des performances économiques¹⁰³) de la RFID. De même, Wei *et al.* (2015) considèrent que les pressions environnementales (coercitives, normatives, mimétiques) motivent l'usage de la RFID et la reconfiguration subséquente des processus actuels. En tenant compte de la discussion proposée ici, nous tenons à souligner que la reconfiguration des processus est un aspect essentiel de l'utilité pratique de l'IoT. Elle est une forme essentielle de la valeur d'usage de la technologie pour les organisations. La reconfiguration continue des processus en s'appuyant sur les données collectées en temps réel est probablement la meilleure voie vers l'adaptabilité évolutive. Teece (2007, p.1335) souligne à cet effet que « ... la reconfiguration est nécessaire pour maintenir l'adaptabilité évolutive ». Nous émettons alors les propositions suivantes :

Proposition 3a : Les transformations continues des processus qu'entraîne l'IoT ont une influence directe positive sur l'adaptabilité technique de l'organisation.

Proposition 3b : Les transformations continues des processus qu'entraîne l'IoT ont une influence directe positive sur l'adaptabilité évolutive de l'organisation.

La reconfiguration est certes un bénéfice essentiel qu'offre la routinisation de l'IoT aux organisations. Mais il n'est ni simple, ni facile de reconfigurer avec succès les processus pour rester en phase avec les évolutions et les changements dans l'environnement. Les organisations doivent simultanément prendre en compte d'autres aspects pour espérer s'adapter pleinement aux changements des marchés et de l'environnement. En effet, la reconfiguration des processus et des routines sous-jacents aux systèmes d'activités implique souvent que les organisations doivent simultanément procéder à certains ajustements, voire réorganiser leur structure architecturale et leurs membres (Felin *et al.*, 2012 ; Teece, 2007). Comme le soulignent certains académiques (Hensen & Dong, 2020 ; Teece *et al.*, 1997), la mise en place de nouveaux processus qu'entraîne l'usage de la technologie peut impliquer une

¹⁰³ Cela rejoint l'approche de Melville *et al.* (2004) qui situent les reconfigurations, changements, améliorations des processus comme un paramètre médiateur

refonte radicale de l'organisation. De même, Teece (2007) suggère que pour que l'organisation réponde en permanence aux besoins évolutifs des clients et s'adapte aux changements de l'environnement, il faut une structure organisationnelle décentralisée. Concernant les membres de l'organisation, ils sont l'un des éléments constitutifs les plus importants de l'adaptabilité évolutive ciblée. Leurs caractéristiques, notamment leurs capacités cognitives, leurs compétences, leurs connaissances et leurs expériences (Felin *et al.*, 2012) sont particulièrement importantes pour détecter ce qui se passe dans l'environnement, sélectionner avec succès, introduire et routiniser la nouvelle technologie, identifier les ressources complémentaires indispensables et, par conséquent, les fournisseurs de compléments avec lesquels travailler pour que la technologie fonctionne suivant la trajectoire prévue. Les caractéristiques des membres de l'organisation sont donc très importantes pour effectuer la reconfiguration, car ils doivent identifier ou définir, et mettre en œuvre avec réussite, les nouveaux processus appropriés, les processus permettant à l'organisation de s'adapter aux marchés et aux environnements. De même, sur la base de leurs caractéristiques, les membres doivent identifier ou définir les ajustements permanents nécessaires pour que les organisations restent adaptées aux évolutions et aux changements. La mise en œuvre de la reconfiguration ou de l'ajustement prévu peut également nécessiter un ensemble de nouvelles connaissances et de compétences devant être fournies aux membres par la formation et l'apprentissage. En d'autres termes, les membres de l'organisation sont aussi « ajustés ou remaniés » en même temps que les processus et le design organisationnels. Une telle reconfiguration interne, continue, découlant de la routinisation de l'IoT pourra conduire à l'adaptabilité évolutive souhaitée. Toutefois, la question du « comment » reste posée. Comment les reconfigurations des processus qu'entraîne la technologie, et impliquant de manière simultanée des ajustements du design organisationnel et des membres de l'organisation, peuvent-elles être mises en œuvre pour que les organisations soient adaptées

de manière évolutive et durable ? Sur quels leviers et quels mécanismes les organisations peuvent-elles s'appuyer pour matérialiser de telles reconfigurations ? Nous résumons ces interrogations dans la question de recherche suivante sur laquelle nous attirons l'attention des chercheurs :

Question de recherche 3 : Comment l'usage de l'IoT permet-il de reconfigurer avec succès les processus pour que les organisations soient adaptées de manière évolutive et durable à leurs marchés et à leurs environnements ?

2.3.4 La socialisation des artefacts physiques

Dernier point de notre discussion sur les quatre principaux changements et reconfigurations de processus qu'entraîne la routinisation de l'IoT, le bénéfice de la socialisation est le moins mentionné dans la littérature explorée. Pourtant, il s'agit d'un aspect intéressant à souligner si l'on considère l'importance du courant de la sociomatérialité¹⁰⁴ en MSI (Leonardi, 2013 ; Orlikowski, 2007). En mobilisant ce courant, Oberländer *et al.* (2018) affirment que les artefacts physiques intégrant la technologie IoT peuvent être considérés comme des acteurs sociomatériels indépendants et autonomes dans le processus de réalisation de la valeur, puisque l'IoT permet d'ajouter une couche sociale au noyau matériel ou mécanique de ces artefacts, notamment des capacités de détection, de calcul, d'alerte. En conséquence, les artefacts matériels acquièrent la capacité de communiquer et d'interagir entre eux et avec les membres de l'organisation. Ils se comportent donc comme des agents humains en détectant les problèmes en cours, en résolvant parfois en partie ces problèmes, en apprenant des

¹⁰⁴ La sociomatérialité est un courant majeur de recherche en MSI défendant l'idée selon laquelle l'étude de l'usage de la technologie ne doit pas distinguer le matériel (la technologie) d'un côté et le social (les utilisateurs, leurs caractéristiques et leurs contextes) de l'autre. Orlikowski (2007) écrit par exemple : « ... *the social and the material are considered to be inextricably related – there is no social that is not also material, and no material that is not also social* » (p.1437). La sociomatérialité telle que la conçoit Orlikowski s'appuie sur les notions d'enchevêtrement constitutif (*constitutive entanglement*) et d'intra-action (par opposition à interaction) développées dans la métaphysique du réalisme agentiel. D'autres académiques (Leonardi, 2013 ; Mutch, 2013) expliquent en revanche que la métaphysique du réalisme critique permet de mieux examiner, théoriser, et opérationnaliser le concept de sociomatérialité en s'appuyant notamment sur l'approche de la morphogénétique qui souligne l'intransitivité de la structure, sa préexistence et sa distinction par rapport à l'action. Pour résumer, le réalisme agentiel « traite la sociomatérialité comme préexistente aux perceptions » humaines alors que le réalisme critique « soutient que le « social » et le « matériel » sont des entités indépendantes qui deviennent sociomatérielles lorsqu'elles sont mises en relation l'une avec l'autre par l'action humaine » (Leonardi, 2013 p.69).

situations passées, en prenant des décisions et en créant des objets. Grâce aux capteurs intégrés à l'infrastructure IoT, les artefacts matériels se rapprochent de la capacité sensorielle¹⁰⁵ humaine. Cela leur permet d'accéder à de la connaissance qu'ils déduisent et synthétisent de leur environnement et des tâches pour lesquelles ils sont utilisés (Monteiro & Parmiggiani, 2019). La socialisation des artefacts physiques représente donc une forme de valeur que les organisations peuvent concrétiser dans le cadre de l'usage de l'IoT (Nicolescu *et al.*, 2018 p.356). De même, la socialisation induite par l'IoT entraîne une évolution des interactions classiques business-to-customer-to-artefacts. Grâce à leur couche sociale basée sur l'IoT, les artefacts peuvent interagir directement avec les organisations, se passant ainsi de l'implication des agents humains (clients). Ce modèle d'interaction que permet l'IoT correspond à une interaction business-to-artefacts (Oberländer *et al.*, 2018) dans laquelle les artefacts intégrant l'IoT peuvent agir de manière indépendante et autonome. Par exemple, considérons un équipement de production capable de vérifier de manière autonome son état pour détecter une panne future, de commander de manière autonome la pièce de rechange nécessaire au bon fournisseur et, en fonction de la livraison attendue et de la charge d'activité programmée, de planifier la réparation ou la maintenance qui sera effectuée par le technicien pour éviter la manifestation de la panne et le temps d'arrêt qui en résulterait. Il s'agit d'une illustration typique du bénéfice de la socialisation que génère la routinisation de l'IoT. Nous nous y appuyons pour formuler les propositions suivantes :

Proposition 4a : La socialisation des artefacts physiques découlant de la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur le fonctionnement autonome des équipements et des machines de l'organisation.

Proposition 4b : La socialisation des artefacts physiques découlant de la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur la détection de défaillances et la maintenance des équipements et des machines de l'organisation.

¹⁰⁵ Vue, toucher, odorat, ouïe, goût. Voir aussi un article de presse publié le 19 octobre 2021 sur journaldunet.com et intitulé « Le goût, l'odorat, l'ouïe ... L'IoT prend tous ces sens ».

Comme mentionné ci-dessus, la couche sociale ajoutée au noyau matériel des artefacts physiques comprend différentes fonctionnalités telles que la détection, l'alerte, le calcul, etc. En réalité, de nombreuses fonctionnalités sont utilisables pour façonner la couche sociale des artefacts physiques, la plus considérée étant probablement l'analyse de données (Côte-Real *et al.*, 2020). L'analyse de données est une fonctionnalité essentielle, car c'est la seule qui permette d'exploiter avec succès les données recueillies auprès des artefacts, des produits, des tiers, des clients, etc. connectés. Elle sous-tend plusieurs autres capacités sociales utiles que l'usage de l'IoT peut ouvrir pour les artefacts matériels. La visualisation est une autre fonctionnalité sociale à considérer. S'appuyant sur l'algorithmique, elle présente les données collectées et parfois les résultats de premiers calculs d'une manière compréhensible et utile pour les membres de l'organisation. Les interactions entre les artefacts physiques et les membres de l'organisation étant à la base des processus, des capacités opérationnelles ordinaires et donc du système d'activités de l'organisation, la visualisation est alors une fonctionnalité sociale importante qu'offre l'usage de l'IoT. Elle rend les interactions entre les agents humains et les artefacts plus simples et plus fluides. Dans le cas de la firme pétrolière et gazière qu'étudient Monteiro & Parmiggiani (2019), la visualisation accompagnée d'algorithmes offre aux foreurs et aux ingénieurs de production une connaissance en temps réel concernant les risques relatifs à la biomasse. Cette fonctionnalité permet de piloter les équipements de production tout en respectant la protection de la biomasse sous-marine. Toutefois, comme on peut l'imaginer, la socialisation ne peut être utile si elle est alimentée avec des données IoT de mauvaise qualité. L'exploitation de données erronées conduit les artefacts à présenter une réalité inexacte aux agents humains qui, à leur tour, prennent de mauvaises décisions. Du point de vue de l'autonomie, les données erronées peuvent également conduire les artefacts à fournir des diagnostics et des instructions inexacts, voire hautement dangereux, à leurs homologues. Reprenons l'exemple de l'équipement de

production autonome décrit ci-dessus. Si l'équipement fonctionne avec des données erronées, la panne peut ne pas être détectée avant qu'elle ne se produise. En conséquence, l'entreprise pourrait perdre plusieurs heures ou plusieurs jours de production correspondant au temps nécessaire pour commander la pièce de rechange défectueuse, la recevoir et réparer l'équipement. En MSI, la question de la qualité des données suscite l'intérêt des chercheurs depuis plus de trente ans. Delone & McLean (1992) s'appuient sur une revue de littérature pour présenter plusieurs notions relatives à la qualité des données comme la récence des données, leur exhaustivité, leur exactitude, leur pertinence, leur précision, leur format, etc. Nelson *et al.* (2005) synthétisent pour leur part les diverses conceptualisations de la qualité des données en quatre dimensions principales : l'exactitude (qualité intrinsèque des données), l'exhaustivité et la récence (qualité contextuelle des données) et le format (qualité de la représentation des données). Bien que la thématique ait été examinée depuis longtemps dans notre discipline, elle est rarement prise en compte par les travaux explorant l'usage de l'IoT, à quelques exceptions près comme les articles de Bardaki *et al.* (2011) et Côte-Real *et al.* (2020), alors que cette technologie fonctionne exclusivement via la production et l'exploitation de données, contrairement aux TIs antérieures¹⁰⁶. En conséquence, Côte-Real *et al.* (2020) soulignent la nécessité d'accorder plus d'attention à la question de la qualité des données dans le cadre de l'usage de l'IoT et la socialisation des artefacts qu'elle permet de réaliser. Nous invitons alors des travaux futurs à examiner la question suivante :

Question de recherche 4 : Quelles stratégies de déploiement et de routinisation de la technologie peuvent assurer une qualité élevée pour les données IoT afin que l'organisation concrétise de manière profonde et réussie la socialisation des artefacts physiques ?

Dans cette section 2.3, nous avons discuté des quatre principales sous-dimensions ou formes des changements et reconfigurations de processus que les organisations peuvent concrétiser en routinisant l'IoT. Chaque sous-dimension correspond à une manière dont l'usage de cette

¹⁰⁶ Voir la capacité de données plus haut dans le manuscrit (p.17)

technologie conduit à améliorer ou à remodeler les processus et le système d'activités de l'organisation. Chacune de ces sous-dimensions reflète l'importance des idiosyncrasies, de la position pour valoriser la technologie. Chacune d'elles renvoie à l'utilité pratique et à la valeur d'usage de la technologie pour les organisations. Nous suggérons donc que la valeur de la technologie à l'échelle des processus est un construit multidimensionnel qui inclue les quatre sous-dimensions discutées jusqu'à présent. Il convient néanmoins de souligner que chaque sous-dimension est suffisante, mais pas nécessaire, pour refléter la valeur de la technologie pour les organisations. Nous en déduisons la proposition suivante :

Proposition 5 : La valeur de la technologie à l'échelle des processus de l'organisation est un construit multidimensionnel qui agrège plusieurs sous-dimensions comme la visibilité, l'automatisation, la reconfiguration, et la socialisation.

À la suite de l'analyse de la concrétisation de la valeur de la technologie à l'échelle des processus, nous examinons ci-dessous l'autre dimension qu'identifie notre approche de conceptualisation, en l'occurrence les changements organisationnels.

2.4 Concrétiser les changements organisationnels

L'usage routinisé de l'IoT peut entraîner plusieurs changements organisationnels. De tels changements peuvent être intermédiés par les changements et reconfigurations de processus (Hensen & Dong, 2020) examinés ci-dessus. Mais comme le rappelle Leonardi (2013 p.62), plusieurs travaux en MSI considèrent aussi que certaines TIs requièrent des structures organisationnelles particulières pour que l'organisation soit efficace. Leonardi (2013 p.62) note aussi que d'autres travaux estiment que les implémentations de technologies sont des occasions dont profitent les acteurs internes pour réévaluer, réimaginer les schémas organisationnels actuels. Ces deux courants de travaux peuvent être regroupés au sein d'un axe commun de recherche examinant les changements organisationnels résultant directement de l'usage de la technologie, sans la prise en compte du paramètre médiateur des changements

et reconfigurations de processus. Notre analyse dans cette section adresse particulièrement cet axe de discussion de la littérature en MSI.

Bien que l'on puisse distinguer plusieurs changements organisationnels qu'entraîne la routinisation de l'IoT, nous nous focalisons ici sur les deux principaux que mentionne la littérature examinée, à savoir les *changements de Business Model* (BM) et la *transformation organisationnelle*. Nous les examinons successivement dans la suite.

2.4.1 Les changements de Business Model

Gregor *et al.* (2006 p.252) présentent les changements de BM comme l'un des bénéfices résultant des investissements technologiques. De même, plusieurs travaux de la littérature sur l'IoT soulignent que de nombreux bénéfices découlant de la routinisation de cette technologie sont relatifs aux changements ou aux améliorations du BM. À cet égard, Aloysius, Venkatesh et collègues (2013, 2017) soulignent l'amélioration des stratégies de tarification¹⁰⁷ découlant de l'usage de la RFID. Velsberg *et al.* (2020) mentionnent aussi l'évolution du modèle de tarification dans le cadre de l'usage de l'IoT tout en reconnaissant plus largement les possibilités de nouveaux BMs qu'entraîne cette technologie. Certains académiques (Thiesse *et al.*, 2009 ; Venkatesh *et al.*, 2017) indiquent également que l'IoT conduit à une amélioration de l'expérience client, tandis que d'autres (Fosso Wamba & Chatefield, 2009 ; Oberländer *et al.*, 2018) se focalisent sur les nouveaux services pouvant être proposés ou fournis aux clients en tirant profit de l'IoT. Bien que ces travaux mentionnent ou mettent en évidence plusieurs bénéfices relatifs au BM qu'offre l'IoT, aucun ne s'appuie explicitement sur ce concept, ni ne le convoque comme unité d'analyse. Ils se contentent de mobiliser le concept pour présenter ou illustrer des bénéfices qu'offre la technologie pour les organisations. De manière générale,

¹⁰⁷ Pricing

le BM en tant qu'unité d'analyse est peu¹⁰⁸ mobilisé dans la littérature en MSI (Rai & Tang, 2014 ; Steininger, 2019), en dépit du fait qu'il peut éclairer de manière satisfaisante comment tirer profit des innovations TI, comment concrétiser la valeur (Chesbrough & Rosenbloom, 2002), comment les technologies soutiennent les intentions stratégiques des organisations (Hedman & Kalling, 2003 ; Pateli & Giaglis, 2004), ou la collaboration avec les parties prenantes externes et les fournisseurs de compléments pour pleinement tirer de la valeur des innovations. Rai & Tang (2014) rappellent que ce dernier aspect est particulièrement important dans le contexte actuel des technologies digitales émergentes.

Néanmoins, le concept de BM attire une attention croissante dans la recherche en management ces dernières années, y compris en MSI, car il réunit les approches technologique et de la valeur des innovations (Steininger, 2019 ; Wiener *et al.*, 2020). Bien que la définition de ce concept fasse encore l'objet d'un débat entre académiques¹⁰⁹, le BM peut néanmoins être considéré comme un moyen de décrire la logique business des organisations, un moyen d'éclairer la manière dont les organisations mènent leurs activités. Le concept relie ainsi l'intention stratégique de l'organisation, les TI utilisées ou requises, les fournisseurs de compléments avec lesquels collaborer, et les processus opérationnels par lesquels l'intention stratégique est mise en œuvre (Pateli & Giaglis, 2004 ; Rai & Tang, 2014 ; Wiener *et al.*, 2020). Selon la littérature sur le BM (Chesbrough & Rosenbloom, 2002), la réalisation de la valeur de la technologie, par exemple en termes de reconfigurations et de changements de processus, ou de maximisation des performances économiques, ne peut être matérialisée que par le biais des changements du BM. L'incapacité de l'organisation à reconfigurer le BM peut annihiler les bénéfices espérés de l'usage de la technologie (Rai & Tang, 2014). Selon une telle approche, le changement du BM représente un paramètre

¹⁰⁸ Dans une revue de 52 articles publiés dans les huit revues structurantes en MSI et mentionnant le concept de BM, Steininger (2019) observe qu'environ 31% l'utilisent comme unité d'analyse tandis que la majorité (60%) l'exploite pour simplement illustrer les changements découlant de l'usage des TI.

¹⁰⁹ Voir à cet égard Massa *et al.* (2017 p.73) à propos du débat sur ce qu'est le BM, ou les diverses approches de définition que présentent Bigelow & Barney (2021).

médiateur entre la routinisation de la technologie et la valeur réalisée¹¹⁰. Cependant, et comme mentionné précédemment¹¹¹, les changements du BM peuvent aussi constituer une forme finale légitime de la valeur des TIs. L'étude empirique de Fosso Wamba & Chatefield (2009) en proposent une illustration. Les deux académiques montrent au moyen d'une étude de cas longitudinale qu'en introduisant et en utilisant la RFID dans son système d'activités, une entreprise canadienne de logistique¹¹² a fait évoluer son BM pour proposer à ses clients un nouveau service de track and trace (suivi et localisation, visibilité). Les auteurs décrivent ce service nouveau comme un bénéfice final et essentiel pour l'organisation résultant de l'usage de la RFID (p.630). Indépendamment de sa position dans le processus de réalisation de la valeur de la technologie, le BM est une unité d'analyse intéressante pour examiner les bénéfices de l'IoT. Partant, nous émettons les propositions suivantes :

Proposition 6a : L'usage routinisé de l'IoT a une influence directe positive sur la réalisation des changements de BM en tant que valeur finale de la technologie pour les organisations.

Proposition 6b : L'ampleur de la valeur que génère l'IoT pour les organisations est plus importante en présence du paramètre médiateur du changement de BM.

Les changements de BM qu'entraîne l'IoT sont multiples. Oberländer *et al.* (2018) expliquent que les interactions business-to-artefacts permettent aux organisations d'introduire de nouvelles approches de BM bousculant les approches traditionnelles B-to-C et B-to-B. Velsberg *et al.* (2020) montrent que l'usage de l'IoT entraîne des changements des approches de tarification et de gestion des revenus. Plus largement, Steininger (2019) note que les changements peuvent concerner le contenu du BM (les activités réalisées), la logique d'entreprise (comment les activités réalisées sont reliées et séquencées), et la gouvernance (qui est en charge de quelles activités spécifiques). De même, la littérature (Foss & Saebi, 2017 ; Krantz *et al.*, 2016 ; Massa *et al.*, 2017 ; Ojala, 2016) reconnaît que les changements

¹¹⁰ La valeur ici étant relative par ex. aux reconfigurations et aux changements de processus, à l'amélioration des performances financières, économiques, stratégiques.

¹¹¹ Voir p.87 du manuscrit

¹¹² Third-party logistics (3PL)

du BM se produisent souvent autour de ses différents piliers ou composantes, dont les académiques ont également des perceptions différentes. Alors que la littérature existante (par ex. Hedman & Kalling, 2003 ; Krantz *et al.*, 2016 ; Ojala, 2016 ; Rai & Tang, 2014) nous éclaire sur l'étendue des changements du BM qu'entraîne la technologie, sur les composantes ou les aspects du BM qui changent en introduisant les TIs dans le système d'activités, on en sait moins pour l'instant concernant les changements du BM résultant de la routinisation de technologies émergentes comme l'IoT. Les changements du BM pouvant constituer une forme finale légitime de la valeur de la technologie, ou constituer un paramètre médiateur entre l'usage de la technologie et la réalisation d'autres formes de valeur, une investigation approfondie de ce qui change ou est renouvelé au niveau du BM est une voie de recherche intéressante dans le contexte actuel de large diffusion de l'IoT. Nous invitons alors des travaux futurs à approfondir ce sujet, en particulier pour les organisations établies¹¹³ souhaitant tirer parti de l'IoT.

Question de recherche 5a : Quelles approches de changements du BM en tant que valeur finale émergent dans le cadre de l'usage de l'IoT ?

Question de recherche 5b : Quelles approches de changements du BM en tant que valeur médiatrice émergent dans le cadre de l'usage de l'IoT ?

Toutefois, les réponses aux questions mentionnées ci-dessus ne permettent pas d'éclairer de manière exhaustive le sujet des changements de BM découlant de la routinisation de l'IoT. En effet, les différents questionnements relatifs au BM peuvent être examinés au sein de différentes approches de recherche, comme les méthodes de conception, les taxonomies, les évaluations, les méthodes de changement, etc. (Pateli & Giaglis, 2004). Dans le même ordre d'idées, Wiener *et al.* (2020) identifient différentes conversations sur le BM, tels que les types de BM, les motivations du déploiement du BM, les difficultés du déploiement, les processus de déploiement. Ces deux groupes d'académiques observent néanmoins que les processus de mise en œuvre du BM, ainsi que les méthodes de changement, autrement dit l'aspect

¹¹³ Incumbents

dynamique du BM, sont les questionnements les plus difficiles et donc les moins examinés dans la littérature. Krantz *et al.* (2016) notent de manière cohérente que les travaux existants examinent souvent ce qui change au niveau du BM (aspect statique), alors qu'ils éclairent rarement pourquoi et comment le BM change (aspect dynamique), notamment les processus organisationnels internes du changement. Sans nier l'importance des autres approches de recherche sur le BM, nous soulignons également qu'il est nécessaire de documenter davantage les mécanismes conduisant à la concrétisation des changements du BM qu'entraîne l'usage de la technologie. Nous attirons ainsi l'attention des travaux futurs sur la question ci-dessous :

Question de recherche 5c : Comment se produisent les changements du BM dans le cadre de l'usage de l'IoT ?

2.4.2 La transformation organisationnelle

L'exploration de l'impact des TIs sur les schémas organisationnels est un axe de recherche classique en MSI (DeSanctis & Pool, 1994 ; Leonardi, 2013). Cependant, l'accélération de l'usage des technologies digitales émergentes et leurs profonds impacts sur les industries ont fait émerger un débat important entre académiques sur la façon de conceptualiser l'effet de la technologie sur les structures organisationnelles. Alors que certains académiques défendent la pertinence de l'ancienne expression « changement ou transformation organisationnels qu'entraînent les TIs », d'autres préfèrent la nouvelle étiquette de « transformation digitale » (voir Baiyere *et al.*, 2020 ; Vial, 2019 ; Wessel *et al.*, 2021 pour un aperçu). En bref, la transformation digitale correspond à un changement profond de la valeur d'usage fournie aux clients qu'entraîne l'introduction de la technologie (par ex. Netflix qui passe d'une entreprise de location de films à une plateforme de streaming vidéo). Comme on peut le constater, un tel changement doit souvent conduire à une nouvelle identité pour l'organisation et entraîne généralement une modification profonde de plusieurs piliers de son BM (Wessel *et al.*, 2021). La littérature sur la servicisation (voir par ex. les travaux de Frank *et al.*, 2019 ; Paiola &

Gebauer, 2020) décrit des schémas similaires et souligne comment les technologies digitales émergentes comme l'IoT permettent aux entreprises manufacturières de migrer d'une approche conventionnelle de fourniture de produits pour devenir des organisations basées sur le numérique et orientées vers les services. Cependant, l'approche du changement d'identité peut correspondre à ce que certains académiques (Besson & Rowe, 2012 ; Gersick, 1991) interprètent comme un changement de la structure profonde des organisations. D'autre part, le changement ou la transformation organisationnels qu'entraîne la technologie correspond à une refonte du design interne se produisant sous une identité organisationnelle inchangée (Wessel *et al.*, 2021). Selon les auteurs, cette deuxième perspective de changement ne conduit pas à une approche radicalement nouvelle de la valeur fournie aux clients, bien qu'elle soit quelque peu différente en ce sens qu'elle s'appuie désormais sur les TIs. Dans la littérature en MSI, plusieurs travaux empiriques explorent les impacts de la technologie sur les schémas organisationnels. Mais, étonnamment, la plupart des impacts rapportés semblent souvent légers, à l'exception des travaux de Baiyere et collègues, où l'entreprise de machinerie industrielle étudiée a complètement restructuré ses business units. Elle a notamment créé un département digital business chargé de commercialiser ses nouveaux logiciels basés sur l'IoT, ou d'opérer en support à l'ajout d'une couche sociale aux équipements de production industrielle classiquement commercialisés. Dans un autre exemple déjà mentionné plus haut¹¹⁴, Østerlie & Monteiro (2020) rapportent que la routinisation de l'IoT dans les activités d'une organisation pétrolière et gazière a entraîné le déplacement d'une partie importante des membres des plateformes offshore vers les centres d'opérations onshore. En dehors de ces impacts significatifs mais rares sur le design organisationnel, les changements ou évolutions souvent évoqués sont légers. Par exemple, plusieurs contributions empiriques (Côte-Real *et al.*, 2020 ; Otondo *et al.*, 2009 ; Wei *et al.*, 2015) mentionnent de manière évasive des

¹¹⁴ Voir p.117-118 du manuscrit

changements au niveau de la gouvernance, de la structure, des ressources humaines. D'autres (Li *et al.*, 2009 ; Monteiro & Parmiggiani, 2019) observent que l'IoT a conduit les organisations étudiées à alimenter et à ajuster en permanence leur base de connaissances et de savoirs concernant leurs activités. Évidemment, ces changements organisationnels ne se traduisent pas nécessairement par une nouvelle identité pour l'organisation, ni par un changement profond de sa structure. En considérant les approches de Wessel *et al.* (2021) ou de Besson & Rowe (2012), de tels changements qu'entraîne l'IoT peuvent être qualifiés de légers. Cela suggère les propositions suivantes :

Proposition 7a : : L'usage de l'IoT a un effet direct positif sur la réalisation de changements du design de l'organisation.

Proposition 7b : Les changements du design organisationnel qu'entraîne la routinisation de l'IoT sont de faible ampleur.

En dépit des éléments ci-dessus, nous pensons que l'étude des changements du design organisationnel qu'entraîne l'IoT est à ce jour une voie de recherche sous-explorée. Comme souligné précédemment, les discussions que proposent plusieurs travaux sur cette question sont particulièrement vagues. Dans le même temps, plusieurs travaux présentent des résultats conflictuels. Par exemple, Fosso Wamba & Chatfield (2009 p.630) ne trouvent pas de preuve de transformation organisationnelle ou d'un design organisationnel nouveau découlant de l'usage de la RFID. À l'inverse, des travaux récents (Baiyere *et al.*, 2020 ; Østerlie & Monteiro, 2020 ; Wessel *et al.*, 2021) documentent des changements significatifs et profonds du design organisationnel qu'entraîne l'IoT, comme la réduction du nombre de lignes hiérarchiques, la refonte de l'architecture des départements et business units, la suppression de postes offshore suivi du redéploiement des unités opérationnelles. En tenant compte de ces observations et résultats conflictuels, il y a lieu que des travaux futurs en MSI se penchent sur cette question, la refonte ou le changement du design organisationnel étant une forme légitime prometteuse de la valeur de la technologie (Chan, 2000 ; Gregor *et al.*, 2006) que peuvent

matérialiser les organisations. En conséquence, nous invitons les académiques à s'intéresser à la question ci-après :

Question de recherche 6a : Comment se produisent les changements réussis du design organisationnel qu'entraîne l'IoT ?

En outre, on en sait peu à ce jour sur la relation entre les changements de BM et la refonte du design organisationnel. D'un point de vue conceptuel, les changements de BM peuvent conduire à une refonte du design organisationnel et réciproquement. Alors, les changements de BM peuvent être considérés comme une unité d'analyse intéressante pour investiguer la transformation organisationnelle découlant de l'usage de l'IoT. Considérons par exemple les deux principales formes ou approches de changement organisationnel qu'identifient Besson & Rowe (2012) : le changement convergent, et le changement profond de la structure. Ce dernier correspond à un changement profond des principes fondamentaux de l'organisation (Wessel *et al.*, 2021). En d'autres termes, il correspond à un changement de la manière dont les opérations et les activités de l'organisation sont menées. Le changement profond de la structure aboutit souvent à une organisation qualitativement différente. Inversement, le changement convergent se produit au sein d'une structure relativement stable et reflète un léger changement dans la manière dont les opérations et les activités sont menées. En plus de faire écho à la distinction classique dans la littérature en management de l'innovation entre radical et incrémental, la conceptualisation de Besson & Rowe (2012) fait aussi écho aux réflexions que présente la littérature sur les changements de BM. Dans cet ordre d'idées, Foss & Saebi (2017) expliquent que le changement de BM peut être conceptualisé selon deux formes : le changement architectural, et le changement modulaire. Le changement architectural correspond à une profonde remise en question et une refonte du système complexe qui sous-tend l'activité de l'organisation. D'autre part, le changement modulaire reflète une légère évolution qui touche souvent et seulement une petite partie du système. Comme on peut le constater, les conceptualisations du changement de ces deux groupes

d'académiques peuvent être rapprochées, car elles décrivent des approches du changement similaires avec des interrelations entre leurs conceptualisations. Le changement profond de la structure qu'identifient Besson et Rowe (2012) correspond à un changement architectural du BM, tandis que le changement modulaire que présentent Foss & Saebi (2017) correspond dans une certaine mesure au changement convergent. Même en considérant l'approche de Wessel *et al.* (2021) relative à la transformation digitale, on constate qu'elle inclut un changement de BM et peut donc être rapprochée de la réflexion de Foss & Saebi (2017). En d'autres termes, le changement organisationnel et le changement de BM sont des phénomènes imbriqués, ou au moins liés. « Le changement du design organisationnel de l'entreprise est un aspect essentiel de nombreux changements de BM ... Souvent, les challenges managériaux des changements de BM sont dans une large mesure des challenges organisationnels qui impliquent la refonte de la structure et du contrôle de l'organisation, ainsi que des choix concernant les frontières de l'entreprise vis-à-vis des autres organisations » écrivent par exemple Foss & Saebi (2015 p.13). Dans notre conceptualisation de la valeur de la technologie, les deux correspondent à des formes distinctes de valeur finale que peuvent concrétiser les organisations. Pourtant, ces concepts sont rarement considérés ensemble dans la littérature, y compris dans les travaux en MSI. Par exemple, la mobilisation du BM comme unité d'analyse pour examiner la transformation organisationnelle est une voie de recherche très peu explorée. Une telle lacune nous conduit à soulever la question suivante :

Question de recherche 6b : Comment soigneusement rendre compte de la transformation organisationnelle qu'entraîne l'IoT en s'appuyant sur le changement de BM comme unité d'analyse ?

Conformément à l'analyse que présente cette partie du manuscrit, chaque potentielle valeur finale examinée dans cette section est particulièrement idiosyncrasique (Helfat *et al.*, 2007 p.5) et renvoie dans une certaine mesure à la valorisation positionnelle de la technologie par les organisations. Elles sont suffisantes pour refléter la valeur de la technologie à l'échelle du

système d'activités. En revanche, elles ne sont pas nécessaires, car elles peuvent ne pas se matérialiser. Elles peuvent aussi être investiguées séparément même si nous postulons leur interrelation. En prenant en considération ces éléments, on retiendra que la valeur de la technologie à l'échelle organisationnelle est un construit multidimensionnel agrégeant les formes de valeur réalisables discutées ici.

Proposition 8 : La valeur de la technologie à l'échelle organisationnelle est un construit multidimensionnel qui agrège plusieurs sous-dimensions comme le changement de BM, la transformation organisationnelle.

Dans les sections 2.3 et 2.4, nous avons présenté plusieurs formes de la valeur de la technologie pour les organisations en nous appuyant sur deux principales dimensions : les reconfigurations et les changements de processus, les changements organisationnels. Dans la section suivante, nous analysons d'autres formes de la valeur de la technologie : les améliorations des performances financières, économiques, stratégiques. Elles peuvent découler de la matérialisation des formes discutées dans les deux sections ci-dessus. Comme suggéré sur la Figure 2.1 (p.106), on peut distinguer les améliorations des performances opérationnelles d'un côté, et les améliorations des performances organisationnelles de l'autre.

2.5 Concrétiser la valeur économique mesurable

En fonction des idiosyncrasies et des contextes positionnels des organisations, les formes de la valeur de la technologie discutées dans les sections 2.3 et 2.4 peuvent ouvrir (ou pas) sur la matérialisation des formes financières, économiques et simples à mesurer de la valeur de la technologie. Par exemple, Deutsche Post a récemment estimé que la visibilité (track and trace) de ses chariots découlant du déploiement de l'IoT lui a permis d'économiser 133 millions d'euros sur sept ans¹¹⁵. Avant de déployer l'IoT, l'entreprise postale qui exploite un parc

¹¹⁵ Illustration tirée d'un article de presse du 18 novembre 2020 publié sur journaldunet.com et titré « Sigfox se focalise sur le raffinage de la donnée et vendra ses réseaux français et américain en 2020 ».

d'environ 700 000¹¹⁶ chariots en Europe égarait de nombreux chariots chaque année. Comme l'illustre cet exemple, l'usage de l'IoT a entraîné pour l'organisation la réalisation d'une première forme de la valeur, la visibilité (en temps réel) de ses chariots. La matérialisation de la visibilité a ensuite permis à l'organisation de concrétiser une seconde forme de la valeur de l'IoT, des économies mesurables. Cet exemple est typique de la valorisation économique ou quasi-économique que rappelle Frankena (1967) concernant la signification du concept de valeur. Une telle approche financière et mesurable de la valeur des investissements et des usages des TIs est particulièrement considérée, tant par les praticiens que par les académiques. Elle est en même temps l'objet d'un débat dans la littérature académique¹¹⁷ en MSI, comme chez les praticiens¹¹⁸.

En convoquant l'approche financière, économique de la valeur de la technologie, la littérature s'appuie souvent sur des indicateurs de mesure de la performance dont plusieurs suspects habituels comme le lead time, la rotation des stocks, la progression des ventes, la part de marché, le time to market, le rendement des actifs (ROA¹¹⁹), le Q de Tobin, les rendements anormaux sur le marché des capitaux, etc. Ces indicateurs de mesure et bien d'autres que l'on peut rencontrer dans la littérature sont souvent regroupés en deux catégories principales mais liées : la performance opérationnelle (concernant les processus) d'un côté, et la performance organisationnelle¹²⁰ (mesurée à l'échelle du système d'activités de l'organisation) de l'autre. La relation entre l'usage de la technologie et la matérialisation de la performance organisationnelle peut avoir comme paramètre médiateur la performance opérationnelle

¹¹⁶ Estimation tirée d'un article de presse du 11 mars 2020 publié sur latribune.fr et titré « Avec le « tracking » d'objets, Sigfox veut changer de dimension ».

¹¹⁷ Au début de cette partie du manuscrit, nous avons par ex. souligné les différences présentées par Tallon (2014) et Nielsen & Persson (2017) concernant la valeur des investissements TIs.

¹¹⁸ Une étude récente d'Andreessen Horowitz suggère que les investissements cloud peuvent, plus tard au cours de leurs cycles de vie, exercer une pression sur les marges bénéficiaires des organisations. Voir l'article publié le 27 mai 2021 par Wang S. et Casado M. et titré « The Cost of Cloud, A Trillion Dollar Paradox ».

¹¹⁹ Return on assets

¹²⁰ Voir p.84 du manuscrit une note de bas de page qui présente les définitions de Melville *et al.* (2004) concernant la performance opérationnelle et la performance organisationnelle

(Melville *et al.*, 2004 ; Schryen, 2013). En d'autres termes, meilleure est la performance opérationnelle, meilleure sera la performance organisationnelle. Concernant en particulier la performance organisationnelle, certains travaux (Mahmood, 1993 ; Schryen, 2013) distinguent plusieurs sous-dimensions comme la performance économique, la performance commerciale, la performance stratégique et concurrentielle. Mais en général, les travaux académiques explorant les bénéfices de l'IoT semblent accorder peu d'attention à ces aspects de performance économique mesurable. En considérant les travaux publiés dans des revues de référence¹²¹ en MSI, les discussions explicites ou les résultats empiriques concernant la performance économique mesurable que peuvent concrétiser les organisations routinisant l'IoT sont limités à un faible nombre de travaux. Cela reflète probablement la difficulté à observer ou à mesurer la performance économique réalisée effectivement dans le cadre de l'usage de cette technologie (Hitt & Brynjolfsson, 1996 ; Kohli & Devaraj, 2003). Les quelques travaux analysant explicitement cette forme de valeur mettent en évidence ou présentent des performances variées. Par exemple, dans le secteur de la vente au détail, plusieurs travaux (Adamopoulos *et al.* 2021 ; Kasiri *et al.*, 2012) montrent que l'usage de l'IoT entraîne pour les organisations étudiées des améliorations de leurs performances organisationnelles, par exemple un accroissement significatif des ventes, une réduction des pertes de ventes, une amélioration du rendement du capital. Concernant les performances opérationnelles, sur le même secteur d'activités, Thiesse *et al.* (2009) soulignent entre autres des gains de temps et de coûts, l'amélioration du lead time. Dans le secteur de la logistique, les contributions empiriques (Habjan *et al.*, 2014 ; Teo *et al.*, 2011 ; Wei *et al.*, 2015) présentent essentiellement des paramètres de performance opérationnelle tels que des économies et des réductions de coûts, des réductions du temps. Dans une étude d'entreprises de transport public, Li *et al.* (2009) observent également des performances organisationnelles

¹²¹ Comme présenté en Annexe 2.1

plus élevées, notamment la croissance des recettes, du nombre de passagers, l'amélioration de la réputation. En conséquence, et bien qu'une grande partie de la littérature ne présente pas d'éléments explicites reflétant la valeur financière, économique, stratégique de l'IoT, nous formulons les propositions suivantes :

Proposition 9a : L'usage routinisé de l'IoT a un effet indirect positif sur les améliorations des performances opérationnelles de l'organisation.

Proposition 9b : L'usage routinisé de l'IoT a un effet indirect positif sur les améliorations des performances organisationnelles.

Proposition 9c : La matérialisation des améliorations des performances opérationnelles qu'entraîne l'usage routinisé de l'IoT a un effet direct positif sur les améliorations des performances organisationnelles.

Même si la littérature (Barua *et al.*, 1995 ; Chan, 2000 ; Gregor *et al.*, 2006 ; Melville *et al.*, 2004) explique que la réalisation de la valeur économique de la technologie passe souvent par (éléments médiateurs) des reconfigurations et des changements de processus et/ou des changements organisationnels, on peut aussi supposer qu'il existe une relation directe entre l'adoption et l'usage de la technologie et les améliorations des performances économiques mesurables, surtout les performances organisationnelles. Considérons par exemple l'impact potentiel de l'annonce d'un investissement ou d'une innovation TI sur cours de l'action de l'organisation. Cette question a déjà été examinée en MSI (Barua & Mani, 2018 ; voir Dos Santos *et al.*, 1993 ; Im *et al.*, 2001) en s'appuyant notamment sur les méthodes d'études d'événements. Cependant, les résultats présentés ne semblent pas convergents, et certains travaux mettent en évidence un effet de décalage dans le temps¹²² pour la concrétisation de cette forme de valeur. On peut également considérer les effets de débordement de l'innovation TI, se reflétant ici par une progression du cours de l'action de l'organisation en tant que bénéfices indirects résultant de l'innovation TI que déploie une autre organisation ou une autre partie prenante au sein de la même industrie, ou au sein d'une industrie connexe. En d'autres termes, l'organisation peut enregistrer des améliorations de ses performances

¹²² Time lag effect

financières dans le sillage de l'innovateur parce que les investisseurs (sur les marchés financiers, les marchés de capitaux) accueillent positivement l'innovation annoncée par l'innovateur, qu'il soit de la même industrie, ou d'une industrie connexe. Convoquant la théorie PFI, l'étude de McGahan & Silverman (2006) explore cette voie de recherche et examine les effets de débordement sur le marché financier pour une organisation autre que celle qui innove. La technologie IoT étant particulièrement populaire ces dernières années (Adamopoulos *et al.*, 2021 ; Shao *et al.*, 2022), de tels effets peuvent être observés, potentiellement à une échelle importante. La question est de savoir comment distinguer cette forme de valeur financière, économique, qu'elle soit directe ou qu'elle résulte d'un effet de débordement, de la valeur financière, économique qu'entraînent les changements de processus et les changements organisationnels découlant de la technologie. À notre avis, l'effet du décalage dans le temps ne permet pas d'épuiser le sujet, plusieurs paramètres externes pouvant influencer la réalisation d'une telle forme de valeur. Par exemple, lorsque le constructeur automobile PSA a annoncé en novembre 2017 un partenariat avec Huawei pour s'appuyer sur sa technologie pour développer une plateforme IoT permettant d'intégrer plusieurs fonctionnalités et services basés sur cette technologie dans les véhicules fabriqués, quelle a été la contribution de cette annonce aux performances financières (ex. évolution du cours de l'action) du constructeur automobile à court et à long terme ? Et quelle a été la contribution des changements de processus et des changements organisationnels qu'a entraîné cet investissement technologique sur ces mêmes performances financières ? Si l'on considère l'approche du décalage dans le temps qu'introduisent et estiment Barua & Mani (2018), la valeur marché¹²³ complète résultant de cette innovation technologique devrait être concrétisée en novembre 2020, soit trois ans après l'annonce. Mais avant cette échéance, PSA avait déjà,

¹²³ Valorisation par les investisseurs sur le marché des capitaux.

par exemple, commencé à envisager de renoncer¹²⁴ à cette alliance technologique pour ne pas se retrouver piégé par les sanctions mises en place par l'administration Trump à l'encontre de Huawei. Ce développement géopolitique n'est qu'une illustration des multiples facteurs externes pouvant influencer la réalisation de la valeur économique de la technologie. En prenant en considérant la discussion ci-avant, nous invitons des travaux futurs à considérer les questions de recherche suivantes :

Question de recherche 7a : Quelle part de la valeur économique de la technologie découle directement de la routinisation de la technologie par l'organisation ?

Question de recherche 7b : Quelle part de la valeur économique de la technologie résulte des changements de processus et/ou des changements organisationnels qu'entraîne la technologie ?

Avec l'analyse des formes, économiques, financières de la valeur réalisables, nous achevons notre discussion sur les dimensions et les formes de la valeur de l'IoT pour les organisations. Notre conceptualisation insiste sur l'aspect multidimensionnel du construit, avec d'éventuelles interrelations entre les différentes dimensions et les différentes formes. Une telle conceptualisation souligne la complexité de l'analyse de la valeur de la technologie, une complexité qui fait dire à certains académiques (Chan, 2000, Nielsen & Persson, 2017 ; Schryen, 2013) que la valeur de la technologie pour les organisations est une boîte noire dont le fonctionnement interne est encore imparfaitement éclairé. Dans la suite, nous discutons de l'importance des ressources complémentaires externes pour la réalisation de la valeur de l'IoT.

2.6 Les ressources complémentaires indispensables

La complémentarité correspond à la disponibilité des ressources nécessaires facilitant l'usage de l'innovation technologique et soutenant la réalisation de la valeur (Steinhauser *et al.*, 2020 p.1159). Elle concerne les ressources situées à l'intérieur comme au-delà des frontières de

¹²⁴ Cet exemple est issu d'un article de presse du 03 mars 2020 publié sur investir.leschos.fr et titré « PSA reverra son accord avec Huawei si les USA le demandent ».

l'organisation¹²⁵. Cependant, tous les travaux récents et influents¹²⁶ (par ex. Kohli & Grover, 2008 ; Melville *et al.*, 2004 ; Schryen, 2013) incluant explicitement la complémentarité dans leurs théories de la valeur des TIs pour les organisations se focalisent exclusivement sur les ressources complémentaires situées à l'intérieur des frontières de l'organisation, notamment les connaissances et les compétences internes, les règles, la culture, les politiques, les structures, etc. De même, la revue de littérature que proposent Wade & Hulland¹²⁷ (2004 p.123) et qui discute entre autres de la complémentarité ne se focalise que sur les autres ressources internes à l'organisation. La revue de Piccoli & Ives¹²⁸ (2005) qui présente aussi des ressources complémentaires indispensables pour la réalisation de la valeur stratégique des TIs énumère essentiellement¹²⁹ (p.758), comme plusieurs autres travaux en MSI, différentes ressources que possède déjà l'organisation. L'ensemble de ces travaux se réfère souvent à Barney (1991, 1995) qui mentionne explicitement la structure hiérarchique formelle, le système de contrôle de gestion, la politique de rémunération comme des exemples de ressources complémentaires internes¹³⁰. Pourtant, plusieurs travaux en MSI soulignent que les compléments situés à l'extérieur des frontières sont également très importants. Dans cet ordre d'idées, Gao & Iyer (2006) indiquent que le succès et la fourniture de la valeur dans l'industrie du logiciel peuvent être déterminés par un ensemble de complémentarités, qu'ils

¹²⁵ Voir p.28, 92-93 du manuscrit

¹²⁶ Melville *et al.* (2004) soulignent certes l'importance des ressources et processus des partenaires de l'organisation. Mais leur explication ne correspond pas aux ressources complémentaires externes comme le conçoit Teece (1986). Ils font par exemple référence à des « processus inefficients et à des technologies obsolètes » qu'exploitent les partenaires et qui peuvent « inhiber la réalisation de la valeur des TIs d'un système interorganisationnel initié par l'organisation » (p.297). Une telle perception renvoie davantage à Dyer & Singh (1998).

¹²⁷ Wade & Hulland (2004) effectuent une revue de littérature proposant une typologie des ressources SIs

¹²⁸ Piccoli & Ives (2005) effectuent une revue concernant la réalisation de la valeur stratégique de la technologie

¹²⁹ Il convient de noter que Piccoli & Ives (2005 p.758) énumèrent aussi quelques compléments externes tels que les relations inter-organisationnelles, la reconnaissance de la marque, l'image de marque, la confiance dans la marque. Bien qu'intéressants, de tels compléments sont assez distincts des compléments externes que présente Teece (2018a)

¹³⁰ Voir comment Barney (1995 p.56-57) illustre l'importance de ces ressources complémentaires interne avec l'exemple de Xerox.

lient aux effets indirects de réseau¹³¹. Lucia-Palacios *et al.* (2016) notent aussi que le soutien et les conseils de partenaires externes peuvent être indispensables aux organisations pour détecter et exploiter avec succès les opportunités technologiques. Rai & Tang (2014) rappellent pour leur part l'importance des ressources externes et des relations inter-organisationnelles pour le succès concurrentiel des organisations, surtout dans le contexte actuel de large diffusion des technologies digitales. D'autres académiques (Grover & Kohli, 2012 ; Kohli & Grover, 2008) invitent à envisager la réalisation de la valeur de la technologie comme un processus impliquant des relations fortes de collaboration avec d'autres organisations et la participation de multiples parties prenantes. De manière générale, les ressources complémentaires externes sont d'une grande importance dans le cadre de diverses innovations technologiques (Stieglitz & Heine, 2007 ; Teece, 2007). Et le développement de SIs capacitantes requiert souvent une combinaison de ressources internes et externes (Peppard & Ward, 2004).

Si les travaux les plus influents en MSI sur la valeur de la technologie pour les organisations ne soulignent pas le rôle important des compléments externes, un axe particulier de la littérature en MSI s'y intéresse néanmoins, les relations inter-organisationnelles que soutient la technologie (ex. la supply chain, les alliances, les plateformes numériques, etc.). Bien que distinct de l'approche analytique considérant une organisation unique comme dans le présent manuscrit (et dans les travaux influents mentionnés), il est intéressant de proposer un bref aperçu de la complémentarité selon cet axe particulier et de présenter les convergences et les différences avec notre propos ici. Deux numéros spéciaux récents du MISQ (Grover & Kohli, 2012) et de ISR¹³² (Constantinides *et al.*, 2018) contribuent à alimenter la conversation sur la complémentarité dans les relations inter-organisationnelles. Plusieurs travaux de cet axe de

¹³¹ Les effets de réseau peuvent prendre deux principales formes. La première, directe, correspond aux effets de réseau des clients, et découle du degré d'acceptation et d'adoption de la technologie par les clients. La seconde, indirecte, correspond aux effets complémentaires, et découle de la disponibilité de modules ou technologies de soutien (Gao & Iyer, 2006 p.121).

¹³² Information Systems Research

recherche convoquent le prisme relationnel de Dyer & Singh (1998), une approche théorique proche du PFI sur la conceptualisation de la complémentarité, bien que les fondements de leurs analyses divergent. En effet, pour le PFI de Teece, l'unité d'analyse est une organisation innovante¹³³ unique tirant de la valeur de son innovation technologique. En revanche, dans l'approche relationnelle de Dyer & Singh (1998), l'unité d'analyse est la relation entre des organisations (p.660), en l'occurrence une dyade, un réseau, où des organisations coopèrent pour créer conjointement de la valeur et la partager. Les rentes recherchées dans le PFI sont les rentes économiques pour l'innovateur alors que celles visées dans la théorie de Dyer & Singh sont les rentes relationnelles¹³⁴ pour les partenaires impliqués dans la relation. Malgré ces divergences, les deux théories postulent que la complémentarité permet de générer collectivement et en synergie des rentes plus importantes que la somme de celles qui seraient concrétisées isolément. Selon le prisme relationnel, les ressources complémentaires sont situées au-delà des frontières de chaque organisation participant à la relation, mais à l'intérieur des frontières de la relation, qui peut être considérée comme une méta-organisation (ex. une alliance). En revanche, selon le prisme du PFI, les compléments sont disponibles à l'intérieur des frontières de l'organisation innovante, mais aussi et surtout à l'extérieur. Lorsqu'ils sont situés à l'extérieur, ils sont fournis par des tiers externes, les fournisseurs de compléments. La littérature en MSI qui convoque le prisme relationnel présente souvent les ressources complémentaires comme des ressources technologiques que fournissent les parties prenantes à la relation pour compléter les ressources de leurs partenaires (Kohli & Grover, 2012 ; Mandrella *et al.*, 2020), ou comme des innovations technologiques à l'instar des plateformes digitales (Ceccagnoli *et al.*, 2012). Cette analyse rejoint dans une certaine mesure

¹³³ Il convient de noter que la dernière version de la théorie PFI (Teece, 2018a) inclut très largement les plateformes dans le champ d'application de la théorie bien que l'auteur ne discute des plateformes que sous le prisme des éditeurs et propriétaires (platform owners).

¹³⁴ La rente relationnelle est « un bénéfice anormal généré conjointement dans le cadre d'une relation d'échange, qui ne peut être générée par aucune des deux entreprises de manière isolée, et qui ne peut être créée que par les contributions idiosyncrasiques conjointes des partenaires spécifiques de l'alliance » (Dyer & Singh, 1998 p.662)

notre propos ici bien que nos développements ne s'appuient pas sur le prisme relationnel. En effet, pour tirer de la valeur de l'IoT, l'organisation doit sélectionner auprès de tiers, c'est-à-dire les fournisseurs de compléments, les ressources complémentaires indispensables. Ces compléments externes sont requis pour que la technologie fonctionne et permette aux organisations de mieux exploiter les ressources qu'elles possèdent ou contrôlent, et de concrétiser les bénéfices et les performances escomptés. De tels compléments sont souvent technologiques et innovateurs¹³⁵, recoupant dans une certaine mesure, l'analyse que présentent Ceccagnoli *et al.* (2012), Kohli & Grover (2012), Mandrella *et al.* (2020).

Pour revenir à la littérature sur l'IoT, seule une poignée de travaux fait explicitement mention du principe de complémentarité, et souvent de manière vague. Par exemple, Baars *et al.* (2009) soulignent la nécessité d'un système complémentaire de gestion des données et d'aide à la décision pour générer davantage de valeur de l'exploitation des données RFID. Cependant, ils ne disent rien de la situation et de l'accessibilité d'un tel système. Est-il situé à l'intérieur de l'organisation ? Ou à l'extérieur ? De même, Côte-Real *et al.* (2020) affirment que l'IoT et le *Big Data Analytics* se complètent, sans autre précision. Dans leur discussion théorique, Nicolescu *et al.* (2018) s'appuient sur l'approche de l'écosystème et suggèrent la complémentarité entre les micro-sphères (par ex. les startups innovant avec l'IoT) et les macro-sphères (par ex. les grandes organisations établies, les fournisseurs d'analyse de données). Leur analyse ne tient pas compte, par exemple, de la possibilité pour les grandes organisations établies d'innover avec l'IoT et d'avoir ainsi besoin de compléments fournis par d'autres grandes organisations établies, de startups ou de petites organisations. Thiesse *et al.* (2009) mentionnent également le caractère essentiel de facteurs complémentaires pour réaliser de la valeur en routinisant la RFID. Ils fondent leur analyse sur la théorie que développent Meville *et al.* (2004) qui malheureusement restreint leur analyse aux ressources

¹³⁵ Voir p.94 du manuscrit

complémentaires internes. Wei *et al.* (2015) s'appuient également sur cette approche de ressources complémentaires internes. Au-delà de ce petit nombre de travaux, quelques autres présentent des affirmations pouvant être reliées au principe de complémentarité, qu'il s'agisse ou non de compléments technologiques. Par exemple, Adamopoulos *et al.* (2021) notent que l'usage réussi des dispositifs IoT requiert une infrastructure cloud. À partir de leur étude de cas, Fosso Wamba & Chatfield (2009) soulignent le besoin d'une intégration sans couture¹³⁶ de la RFID avec des applications web, la nécessité de coupler la technologie avec un système middleware de gestion des opérations. Ces académiques soulignent aussi l'utilité d'accompagner l'usage de cette technologie d'une transformation organisationnelle. Leung *et al.* (2014) notent également la nécessité de coupler l'usage de la technologie avec des plateformes TIs développées pour faciliter l'échange d'information. De même, Monteiro & Parmiggiani (2019) s'appuient sur leur étude de cas pour signaler que l'introduction de l'IoT s'accompagne du développement et de l'implémentation d'un algorithme sur mesure pour recombinaison des données IoT collectées, mais aussi d'un portail web pour la visualisation en temps réel. Dans leur cas, ces deux compléments sont développés et déployés par des prestataires TIs externes membres d'un consortium industriel dont fait partie l'organisation étudiée. Østerlie & Monteiro (2020) observent de leur côté que l'usage réussi de l'IoT, dans le cas de l'organisation qu'ils ont étudiée, requiert un algorithme prédictif développé par un fournisseur externe de logiciels, pour réduire le bruit dans les données collectées par les capteurs, nettoyer et filtrer les données. Dans le même ordre d'idées, d'autres travaux (Roh *et al.*, 2009 ; Teo *et al.*, 2011) soulignent l'importance de coupler l'usage de l'IoT avec d'autres technologies et systèmes organisationnels. Enfin, Otondo *et al.* (2009), dans une approche similaire au prisme relationnel, soulignent que le manque de soutien de la part d'un réseau de tiers peut empêcher de réaliser de la valeur dans le cadre de l'usage de la RFID.

¹³⁶ Seamless

Les compléments que mentionnent (explicitement) ou suggèrent (implicitement) plusieurs de ces travaux ne peuvent être situés avec certitude en tenant compte des frontières de l'organisation. Pour les travaux pour lesquels cela est possible, très peu (Adamopoulos *et al.*, 2021 ; Monteiro & Parmiggiani, 2019 ; Nicolescu *et al.*, 2018 ; Østerlie & Monteiro, 2020) soulignent l'importance des compléments externes technologiques et/ou innovatifs. Parmi ces travaux, les analyses de Nicolescu *et al.* (2018) et Adamopoulos *et al.* (2021) semblent traiter de la classe générique. Celles des deux autres équipes d'académiques (Monteiro & Parmiggiani, 2019 ; Østerlie & Monteiro, 2020) correspondent à la classe spécialisée puisque les algorithmes mentionnés ont été adaptés aux contextes spécifiques des organisations étudiées. Selon le PFI, les ressources spécialisées et généralisées sont les plus importantes. Elles sont celles qui permettent potentiellement de réaliser un maximum de valeur. En conséquence, et indépendamment de la faible discussion sur les compléments que présente la littérature sur l'IoT, les propositions suivantes sont formulées :

Proposition 10a : La combinaison de l'IoT avec des compléments externes technologiques et/ou innovatifs a un effet direct positif sur la réalisation de la valeur.

Proposition 10b : L'ampleur de la valeur pour l'organisation est plus importante en présence d'une combinaison de l'IoT avec des compléments externes technologiques et/ou innovatifs qu'en présence d'une combinaison de l'IoT avec des compléments externes non technologiques et/ou non innovatifs.

Proposition 10c : L'ampleur de la valeur pour l'organisation est plus importante en présence d'une combinaison de l'IoT avec des compléments externes technologiques et/ou innovatifs, spécialisés ou généralisés, qu'en présence d'une combinaison de l'IoT avec des compléments génériques.

Au début de cette partie du manuscrit, nous soulignons que le rythme actuel de diffusion de technologies digitales comme l'IoT requiert des organisations qu'elles orchestrent des ressources complémentaires pour envisager la réalisation d'un maximum de valeur. Générer durablement de la valeur résulte en effet de la manière unique de combiner l'innovation technologique avec les ressources complémentaires technologiques et innovatives, c'est-à-dire d'une manière qui ne soit pas imitable (Teece, 2018a). Compte tenu de leur importance

capitale, les organisations doivent donc acquérir, accéder sous licence, ou s'allier aux tiers contrôlant de telles ressources pour se garantir une trajectoire sûre vers la réalisation de la valeur de la technologie (Stieglitz & Heine, 2007 ; Teece, 2018a). Mais contrairement au mécanisme de la sélection que présente Makadok (2001), l'acquisition pure et simple des compléments est souvent impossible (Teece (2018a). Sauf dans le cas où le fournisseur du complément est une organisation de petite taille, par exemple une startup en phase d'amorçage. Reste donc la contractualisation avec les tiers contrôlant les compléments, via une licence par exemple. Cette approche est classique dans l'industrie des TI entre éditeurs de logiciels et utilisateurs. La voie de la contractualisation semble particulièrement adaptée pour l'accès aux ressources complémentaires génériques puisque cette classe de compléments concerne des ressources à usage général. Les autres stratégies d'accès que présente Teece (1986, 2018a) sont les alliances, les coentreprises, etc. Toutes ne correspondent pas au contexte des technologies numériques. En revanche, elles correspondent bien au prisme relationnel de Dyer & Singh (1998) brièvement évoquée ci-dessus. D'ailleurs, en tenant compte du prisme relationnel, les stratégies d'accès aux ressources complémentaires peuvent conduire à des rentes relationnelles pouvant *in fine* renforcer les rentes économiques recherchées dans la théorie PFI.

Au-delà des stratégies d'accès, on en sait peu à date sur les compléments technologiques et innovationnels sur lesquels peuvent s'appuyer les organisations pour tirer de la valeur de l'IoT. Les travaux de l'axe des relations inter-organisationnelles n'éclairent pas suffisamment cet aspect. Plusieurs travaux empiriques de cet axe (par ex. Barua *et al.*, 2004 ; Choi & Ko, 2012 ; Hadaya & Cassivi, 2012 ; Im & Rai, 2014 ; Klein & Rai, 2009 ; Rai *et al.*, 2012) documentent des compléments comme les flux d'informations, stratégiques ou non, échangés entre les parties prenantes à la relation, les connaissances externes nécessaires. Ils soulignent parfois aussi l'infrastructure technologique inter-organisationnelle pour échanger les flux

d'informations. Bien que leurs analyses soient perspicaces, elles ne mettent pas en évidence les rôles que jouent les compléments technologiques et innovationnels, spécialisés ou cospécialisés, pour la réalisation de la valeur. En d'autres termes, il existe à ce jour peu d'éclairages empiriques sur les rôles que jouent les compléments technologiques et innovationnels spécialisés et cospécialisés pour la réalisation de la valeur de la technologie. On sait également peu de choses, au plan empirique, des stratégies permettant d'accéder à ces compléments externes indispensables, et des stratégies permettant de les combiner avec la technologie. En conséquence, nous soulevons les questions suivantes :

Question de recherche 8a : Quels (formes, types, classes) compléments externes technologiques et innovationnels, spécialisés et cospécialisés, sont requis pour matérialiser la valeur de l'IoT ?

Question de recherche 8b : Quelles stratégies sont les plus pertinentes pour accéder de manière idiosyncrasique aux compléments externes technologiques et innovationnels, spécialisés et cospécialisés, et pour les combiner de manière unique avec l'IoT ?

Selon l'analyse que développe cette partie du manuscrit, et inspirée du travail de Makadok (2001), la réalisation de la valeur de la technologie résulte de l'orchestration combinée de deux mécanismes causaux : 1- la routinisation de l'IoT, et 2- l'accès et l'exploitation idiosyncrasiques de ressources complémentaires externes technologiques et innovationnelles. Le modèle mathématique que développe Makadok pour explorer l'interaction entre les deux mécanismes présente plusieurs limites et reflète peu la réalité de la vie des organisations (ex. inélasticité parfaite de l'offre de ressources, prise en compte d'une seule ressource, seulement deux concurrents) comme le souligne l'académique (p.396-397). En conséquence, il y a lieu d'explorer, dans une approche plus réaliste, comment se combinent, comment interagissent les deux mécanismes pour permettre à l'organisation de réaliser un maximum de valeur. Makadok explique que les deux mécanismes sont complémentaires. Le cas échéant, et dans une approche réaliste, comment concrètement se manifeste cette complémentarité ? Comment

est-elle orchestrée par l'organisation ? Ces interrogations méritent davantage d'attention dans le cadre de travaux futurs en MSI. D'où la question ci-après :

Question de recherche 8c : Comment se combinent et interagissent l'usage de l'IoT et l'exploitation des compléments externes technologiques et innovatifs pour réaliser un maximum de valeur ?

Les analyses que développent les précédentes sections de cette première partie du manuscrit proposent une nouvelle conceptualisation de la valeur de la technologie, et de l'IoT en particulier, pour les organisations. Elles éclairent dans une certaine mesure le contenu de la boîte noire de la valeur. Nous présentons aussi les deux mécanismes causaux dont l'orchestration conduit les organisations à matérialiser la valeur de la technologie. La présentation détaillée du cadre intégrateur synthétisé sur la Figure 2.1 (p.106) s'achève normalement ici. Toutefois, en prenant en considération plusieurs aspects émergents de la littérature sur l'IoT, nous souhaitons compléter ce cadre théorique en intégrant un dernier paramètre relatif aux membres de l'organisation. Nous en proposons une discussion détaillée ci-dessous.

2.7 Les aspects individuels importants

Si la matérialisation de la valeur de la technologie requiert l'exploitation idiosyncrasique d'un ensemble de compléments externes, elle requiert aussi un minimum d'engagement et d'investissement des membres de l'organisation. En effet, identifier et accéder de manière unique aux compléments externes nécessitent une certaine implication des parties prenantes internes. Comme mentionné précédemment¹³⁷, ces dernières pilotent l'accès aux compléments externes, mais aussi le déploiement, la routinisation de la technologie suivant une trajectoire profitable pour l'organisation. En un mot, elles pilotent l'orchestration combinée des deux mécanismes conduisant à la réalisation de la valeur. Par conséquent, l'engagement et les

¹³⁷ Voir p.122 plus haut dans le manuscrit

caractéristiques individuelles (Felin *et al.*, 2012) des membres de l'organisation sont aussi indispensables, et les organisations ne peuvent faire sans.

Plusieurs caractéristiques et stratégies individuelles peuvent être examinées pour rendre compte de l'importance du rôle des membres de l'organisation pour matérialiser la valeur de la technologie. Mais pour les besoins de l'analyse proposée ici, nous nous focalisons principalement sur 1- les *stratégies cognitives*, et 2- les *stratégies par le dialogue*. Ces deux aspects individuels sont particulièrement mis en exergue par plusieurs travaux de la littérature sur l'IoT (voir Leung *et al.*, 2014 ; Mettler & Wulf, 2019 ; Otondo *et al.*, 2009 ; Prince *et al.*, 2014 ; Teo *et al.*, 2011).

2.7.1 Les stratégies cognitives

Plus haut¹³⁸, nous avons souligné dans quelle mesure l'usage de l'IoT peut améliorer la prise de décision, que celle-ci s'appuie sur la rationalité ou sur les heuristiques. Cette discussion suggérait déjà implicitement le rôle important que jouent les individus pour la réalisation de la valeur de la technologie. Cette précédente discussion suggérait vaguement aussi l'importance des stratégies cognitives. Ici, nous éclairons ces points de manière plus étendue et précise. En effet, par-delà le contexte particulier de la prise de décision améliorée (en s'appuyant sur l'IoT), les stratégies cognitives des membres de l'organisation orientent l'introduction même de l'IoT, son usage de manière idiosyncrasique, et l'accès aux compléments externes. En d'autres termes, comme pour toute activité organisationnelle impliquant un processus de décision (Walsh, 1995), la cognition joue un rôle central quand il faut envisager une innovation technologique comme la routinisation de l'IoT (Raffaeli *et al.*, 2019). Mais à quoi correspondent les stratégies cognitives ? S'appuyant sur des travaux en psychologie et en management, James Walsh (1995 p.281-282, 286) suggère qu'elles correspondent aux structures mentales grâce auxquelles les individus organisent les connaissances et les

¹³⁸ Voir p.110-113 du manuscrit

informations de manière à pouvoir les interpréter et agir. De manière générale, elles se rapportent à la façon dont les individus donnent de la forme aux informations et leur donnent du sens par rapport à la réalité et à l'environnement (Fiol & O'Connor, 2003 ; Helfat & Peteraf, 2015 ; Luoma & Martela, 2021 ; Raffaelli *et al.*, 2019 ; Walsh, 1995). Concernant la distinction entre les types ou les formes de stratégies cognitives, la littérature semble avoir des positions quelque peu divergentes, voire incompatibles ou conflictuelles¹³⁹. Par exemple, Walsh (1995) met l'accent sur deux principales façons par lesquelles les individus peuvent traiter et organiser l'information. 1- L'approche descendante ou axée sur la théorie, par laquelle les individus s'appuient sur leurs expériences et connaissances antérieures concernant des circonstances similaires pour encoder, traiter, effectuer des inférences et interpréter le contexte actuel des nouvelles informations. Et 2- l'approche ascendante ou axée sur les données, selon laquelle les individus tiennent uniquement compte du contexte actuel de l'information pour définir leur réponse. Dans une approche différente, Luoma & Martela (2021) décrivent trois principales stratégies cognitives pouvant convoquer différents degrés d'interaction entre deux types de traitement de l'information. 1- Le traitement non-conscient, qui correspond à un mécanisme de traitement de l'information rapide, holistique, autonome et sans effort, se déroulant à l'insu de l'individu, chargé d'émotions et capable de prendre en compte une grande quantité d'informations. 2- Le traitement conscient, qui correspond à un mécanisme plus lent, sériel, laborieux et contrôlé consciemment. Il correspond à un raisonnement d'ordre supérieur consommant une grande quantité des ressources cognitives limitées de l'individu. Pour Luoma & Martela (2021), le traitement non-conscient de l'information se traduit essentiellement par une stratégie intuitive, tandis que l'approche consciente conduit à un raisonnement analytique ou algorithmique. 3- Mais une troisième forme de stratégie cognitive peut combiner les deux types de traitement de l'information, en

¹³⁹ Voir par ex. le commentaire connexe de Helfat & Peteraf (2015 p.832)

l'occurrence le recadrage qu'ils décrivent (p.4) comme la « tentative de l'individu de réfléchir sur et de repenser les paramètres et les hypothèses de base de sa façon d'aborder une situation particulière ». Quelles que soient leurs conceptualisations, les travaux sont cependant largement d'accord sur le rôle primordial de la cognition concernant la définition et la construction de la trajectoire de l'organisation en termes de résultats et de performances actuels et futurs. Par exemple, Walsh (1995) note que les dirigeants d'une organisation, en s'appuyant sur leurs structures cognitives, peuvent à la fois et délibérément concevoir l'organisation et entrer en discussion avec les parties prenantes de l'environnement pour modifier ce dernier en fonction des objectifs définis pour l'organisation. En examinant les cas de Netflix et de son ancien concurrent Blockbuster, Raffaelli *et al.* (2019) montrent également que la base cognitive du top management est le facteur sous-jacent ayant mené Netflix au succès et Blockbuster à l'échec. Plus généralement, ils affirment que l'adoption d'une innovation, en particulier une innovation non incrémentale, s'appuie sur la cognition et l'émotion des dirigeants et des managers. La cognition et l'émotion permettent aux dirigeants et aux managers de percevoir la capacité révolutionnaire de l'innovation, de surmonter l'inertie résultant des succès antérieurs et des stratégies héritées¹⁴⁰ pour recadrer (c'est-à-dire repenser, remodeler) la trajectoire actuelle de l'organisation et adopter avec succès l'innovation, s'adapter aux changements émergents dans l'environnement, et vaincre la concurrence, ou rester en tête. Les partisans de la perspective des Capacités Dynamiques (ex. Adner & Helfat, 2003 ; Helfat & Martin, 2015 ; Helfat & Peteraf, 2015 ; Teece, 2007) développent une réflexion similaire en soulignant que la cognition est l'un des facteurs¹⁴¹ sous-jacents à la différence entre les dirigeants et les managers d'une organisation A par rapport à ceux d'une autre organisation B opérant toutes deux au sein de la même industrie où elles font face aux mêmes changements à l'échelle de l'industrie. Teece (2007 p.1323) note

¹⁴⁰ Legacy

¹⁴¹ Adner & Helfat (2003) mentionnent trois facteurs sous-jacents aux Capacités managériales Dynamiques : capital humain, capital social, cognition.

dans ce sens que « la capacité à créer et/ou à percevoir des opportunités n'est clairement pas distribuée de manière uniforme entre les individus ou les entreprises ». En conséquence, dans un contexte concurrentiel, et au-delà du portefeuille de ressources possédées ou contrôlées, la base cognitive est essentielle pour guider les décisions et les actions stratégiques pouvant mener les organisations vers le succès ou l'échec. Les trajectoires opposées de Netflix et Blockbuster au fil du temps en sont une illustration. Shrivastava *et al.* (1987) et Walsh (1995) le rappellent de manière cohérente en posant que les actions non rationnelles et infructueuses des organisations résultent souvent des défaillances des structures cognitives, de la perception de la réalité, de l'articulation et de la codification de l'information.

Prenant en considération ces développements, la littérature (Adner & Helfat, 2003 ; Helfat & Martin, 2015 ; Helfat & Peteraf, 2015 ; Teece, 2007) présente la cognition comme un fondement essentiel¹⁴² du développement des Capacités Dynamiques. En effet, les stratégies cognitives et les schémas mentaux aident les dirigeants et les managers de l'organisation à anticiper, interpréter et répondre aux changements et évolutions dans l'environnement (Helfat & Peteraf, 2015) et donc à maintenir l'organisation évolutivement adaptée¹⁴³ à l'environnement. Il convient de rappeler ici que les Capacités Dynamiques ont été définies précédemment¹⁴⁴ comme des capacités délibérées des organisations pour créer, étendre ou reconfigurer leurs ressources et compétences (Helfat *et al.*, 2007, p.4). Dans cette définition, le terme « délibérées » a son importance. Salvato & Vassolo (2018 p.1735) notent que la « délibération » est un processus cognitif. L'accent que met cette définition sur la délibération établit explicitement alors un lien entre le développement des Capacités Dynamiques et la cognition des membres de l'organisation. Ce rôle primordial de la cognition est parfois reflété

¹⁴² La littérature utilise surtout le terme micro-fondement (microfoundation)

¹⁴³ Evolutionarily fit

¹⁴⁴ Voir p.98-99 du manuscrit

à travers le terme parapluie de « l'effet des dirigeants et des managers¹⁴⁵ » sur les résultats et la performance des organisations (Helfat & Peteraf, 2015). Pour revenir à notre sujet d'intérêt et à notre théorisation posant la routinisation de l'IoT comme le développement d'une Capacité Dynamique, la discussion ci-dessus indique que la cognition est un fondement essentiel pour l'usage réussi de cette technologie. À cet égard, Otondo *et al.* (2009) montrent que l'adoption potentielle de la RFID est orientée par la cognition des managers, notamment la compréhension qu'ils ont et le sens qu'ils donnent¹⁴⁶ (c'est-à-dire les spéculations, les prévisions, les hypothèses émises) à la technologie, et la perception qu'ils ont du contexte particulier de l'organisation. Otondo et collègues pointent aussi le risque d'erreurs de jugement. En effet, envisager l'usage de l'IoT implique d'évaluer soigneusement le contexte et les besoins particuliers de l'organisation et de prévoir l'infrastructure adéquate. Au-delà de la décision d'adopter la technologie, les connaissances des membres de l'organisation sont essentielles pour orienter l'accès aux compléments externes indispensables. La théorie PFI explique de manière convergente que l'accessibilité idiosyncratique et à coût supportable des compléments est un facteur critique à prendre en compte (en même temps que d'autres facteurs comme l'appropriabilité et le timing) par l'organisation pour se lancer dans une innovation technologique. Des erreurs de jugement sur ces aspects (besoins particuliers de l'organisation, fournisseurs de compléments, timing, etc.) peut compromettre la concrétisation de la valeur de l'innovation technologique. Helfat & Raubitschek (2018) indiquent en écho que les capacités d'analyse de l'environnement (ex. pour identifier les fournisseurs de compléments pertinents) et les capacités d'orchestration des fournisseurs de compléments sont essentielles pour accompagner l'innovation. De tels arguments supposent implicitement le rôle pivot des stratégies cognitives pour évaluer la disponibilité des ressources complémentaires technologiques et innovationnelles nécessaires, et les conditions pour y

¹⁴⁵ CEO Effect (Helfat & Peteraf, 2015 p.832)

¹⁴⁶ Sensemaking

accéder de manière idiosyncratique et à un coût supportable. En d'autres termes, la décision d'investir dans l'IoT doit tenir compte des particularités de l'organisation et être étroitement envisagée en fonction de l'émergence d'architectures dominantes en termes d'infrastructures et de l'accessibilité aux ressources complémentaires. Tous ces paramètres prennent appui sur les structures mentales et les stratégies cognitives des membres de l'organisation.

Bien que la littérature ne mette souvent en exergue ou ne considère que le rôle de la cognition des dirigeants et des managers, Walsh (1995 p.281) rappelle que tous les membres de l'organisation sont en réalité concernés. De manière cohérente, Teece (2007 p.1323) souligne que les membres en premières lignes¹⁴⁷ dans les organisations décentralisées peuvent aider à être moins aveugles pour percevoir et anticiper les tendances émergentes, les changements, les développements technologiques dans l'environnement. Ces membres, en fonction de leurs métiers, interagissent avec les clients et les fournisseurs. Ils sont eux-mêmes consommateurs et utilisateurs de technologies dans leur vie privée, et ils interagissent avec d'autres consommateurs et utilisateurs de technologies dans leur environnement privé. Par conséquent, ignorer les schémas mentaux et les stratégies cognitives de ces membres peut compromettre la perception, l'anticipation, l'interprétation et l'action. L'étude empirique de Mettler & Wulf (2019) montre de manière convergente que les schémas mentaux de tous les membres de l'organisation, et pas seulement ceux des dirigeants et des managers, influencent l'adoption et l'usage de l'IoT. De plus, l'approche cognitive de la pleine conscience¹⁴⁸ (ou attention) que nous présentons plus loin recommande de s'appuyer parfois sur l'expertise plutôt que sur l'autorité ou la hiérarchie, en particulier lors de la prise de décisions importantes (Vogus & Sutcliffe, 2012 ; Weick *et al.*, 1999). En tenant compte de l'ensemble des éléments présentés ici, nous formulons les propositions suivantes :

¹⁴⁷ Front-lines

¹⁴⁸ Mindfulness

Proposition 11a : Les stratégies cognitives des membres de l'organisation (permettant d'éviter les erreurs et les biais dans la perception et l'interprétation de l'environnement et des contextes particuliers) ont une influence directe positive sur l'adoption et la routinisation de l'IoT.

Proposition 11b : Les stratégies cognitives des membres de l'organisation ont une influence directe positive sur l'accès unique et à coût supportable aux compléments technologiques et innovatifs requis.

Proposition 11c : Les stratégies cognitives des membres de l'organisation ont une influence indirecte positive sur la réalisation de la valeur, avec la routinisation de la technologie comme paramètre médiateur.

En MSI, l'un des états cognitifs individuels les plus souvent examinés est la pleine conscience (Rahrovani & Pinsonneault, 2020). Elle reste cependant un champ d'investigation émergent dans la discipline et n'est pas systématiquement considérée dans les travaux sur les usages des TI (Thatcher *et al.*, 2018). Elle reflète « un état de conscience et d'attention des individus, leur permettant de percevoir et d'être réceptifs à davantage de complexités et de nuances dans leur travail et plus largement dans le contexte de travail » (Rahrovani & Pinsonneault, 2020 p.952). Elle offre par conséquent aux individus la capacité à faire des choix discriminants en tenant compte des particularités de leur travail, en distinguant les approches saines et malsaines, bénéfiques et non bénéfiques (Thatcher *et al.*, 2018). Étendue à la trajectoire globale et aux décisions stratégiques de l'organisation, la pleine conscience traduit un état, un style ou une capacité cognitive (Dernbecher & Beck, 2017) qui oriente les décisionnaires vers des décisions et des choix adaptés aux faits et aux spécificités situationnelles de l'organisation. La pleine conscience permet alors aux décisionnaires de résister à la pression potentielle et désavantageuse du « moi aussi »¹⁴⁹ et du « bandwagon »¹⁵⁰, pouvant aboutir à un plan d'actions non profitable et générant peu ou pas de valeur pour l'organisation (Dernbecher & Beck, 2017 ; Fichman, 2004 ; Fiol & O'Connor, 2003 ; Swanson & Ramiller, 2004 ; Thatcher *et al.*, 2018). Les membres des organisations attentives¹⁵¹, c'est-à-dire

¹⁴⁹ Me too

¹⁵⁰ Le phénomène de bandwagon suggère qu'une part substantielle du comportement d'innovation résulte d'une forme de « me too » et de pression sociale (Abrahamson, 1991 ; Fiol & O'Connor, 2003 ; Swanson & Ramiller, 2004).

¹⁵¹ Mindful organizations

s'appuyant sur la pleine conscience, procèdent à une analyse plus large et à des interprétations plus pertinentes de leurs contextes externes et internes. Cela leur permet de porter des jugements profonds et judicieux sur la situation organisationnelle actuelle (Fiol & O'Connor, 2003) et ensuite de s'engager dans une approche d'actions particulière et adaptée, plutôt que dans une autre, non pertinente (Swanson & Ramiller, 2004). Cinq caractéristiques clés de la pleine conscience sont définies par Langer (1997) et ensuite largement reprises par les travaux en MSI (Dernbecher & Beck, 2017 ; Swanson & Ramiller, 2004 ; Teo *et al.*, 2011 ; Thatcher *et al.*, 2018) : 1- l'ouverture à la nouveauté, 2- la vigilance à la distinction, 3- la sensibilité aux différents contextes, 4- la conscience des perspectives multiples, et 5- l'orientation vers le présent. La littérature en MSI (Teo *et al.*, 2011 ; Dernbecher & Beck, 2017) s'appuie largement aussi sur les cinq attributs ou processus cognitifs de la pleine conscience définis par Weick *et al.* (1999) : 1- la préoccupation pour l'échec, 2- la réticence à simplifier les interprétations, 3- la sensibilité aux opérations, 4- l'engagement envers la résilience, 5- la sous-spécification des structures (c'est-à-dire la confiance dans l'expertise plutôt que dans l'autorité formelle). Ces caractéristiques ou attributs qui peuvent aussi être considérés comme des descripteurs de la pleine conscience semblent indiquer que le concept est davantage relatif à l'approche cognitive ascendante axée sur les données (Walsh, 1995), ou à l'approche de l'analyse consciente, ou encore celle du recadrage (Luoma & Martela, 2021) mentionnées précédemment. On peut également noter que la pleine conscience concerne tous les membres de l'organisation. Dans cet ordre d'idées, Vogus & Sutcliffe (2012 p.723) distinguent la pleine conscience sur laquelle s'appuient le PDG et des dirigeants qu'ils baptisent « pleine conscience organisationnelle »¹⁵² de la pleine conscience que mobilisent les membres en premières lignes et baptisée « organisation en pleine conscience »¹⁵³. Pour les cadres intermédiaires, Vogus & Sutcliffe (2012) suggèrent qu'ils établissent un lien entre la pleine

¹⁵² Organizational mindfulness

¹⁵³ Mindful organizing

conscience organisationnelle et l'organisation en pleine conscience. De leur point de vue, la pleine conscience organisationnelle est stratégique, descendante et durable, tandis que l'organisation en pleine conscience se focalise sur les opérations, est ascendante et fragile.

Dans la littérature sur l'innovation technologique, le concept de pleine conscience est particulièrement convoqué dans les travaux examinant les facilitateurs ou les inhibiteurs de l'adoption et de la diffusion de la technologie (voir la revue de littérature de Dernbecher & Beck, 2017). Dans ce contexte, la pleine conscience est spécifiquement considérée comme une condition préalable ou un accélérateur de l'usage réussi de la technologie (Dernbecher & Beck, 2017). Par exemple, « les organisations non attentives¹⁵⁴ sont moins susceptibles de faire le meilleur usage de leurs ressources lors de l'adoption d'innovations TI, ce qui conduit à des retours insatisfaisants et à un recul des performances » (Dernbecher & Beck, 2017 p.127). Dans le même ordre d'idées, Swanson & Ramiller (2004 p.557) notent qu'une organisation envisageant l'introduction et l'usage d'une technologie particulière doit examiner, entre autres, ses spécificités situationnelles, par exemple le timing, prenant en compte à la fois son propre état de maturité ainsi que l'état de maturité de la technologie, et la maturité des ressources complémentaires externes. Ces aspects, que souligne aussi l'étude de Dernbecher & Beck (2017), correspondent également aux positions théoriques du PFI, où le timing et les compléments externes jouent un rôle central pour réaliser un maximum de valeur. En tenant compte des développements effectués ci-dessus, la pleine conscience permet de résister aux soi-disant « meilleures pratiques de l'industrie » qui, parfois et compte tenu des particularités de l'organisation, aboutissent à une valeur de faible ampleur que génère l'innovation technologique. À cet égard, Teece (2007, 2014) rappelle que les meilleures pratiques largement adoptées ne peuvent permettre de devancer les concurrents et de réaliser une performance durable. L'étude empirique de Leung *et al.* (2014) indiquent par exemple

¹⁵⁴ Mindless organizations

que, souvent, une mise en œuvre s'appuyant peu sur la pleine conscience est l'élément conduisant aux résultats décevants de l'usage de la RFID. Plus précisément, ils mettent en évidence que plusieurs organisations imitent les pionniers de la RFID et déploient la technologie pour répondre aux intentions lean de la supply chain, sans tenir compte de leurs propres stratégies supply chain qui, souvent, ne s'appuient pas sur des pratiques lean. La pleine conscience suppose alors une idiosyncrasie ou une manière unique par laquelle l'organisation envisage et utilise la technologie innovante. Le travail empirique de Teo *et al.* (2011) illustre cette sorte d'unicité supposée dans l'approche de la pleine conscience pour accompagner la trajectoire de l'innovation TI. L'entreprise qu'ils étudient n'a pas mis en œuvre une approche identique d'adoption de la RFID dans ses différentes unités nationales de la région Asie-Pacifique. Au contraire, dans chaque pays, cette organisation a mis en œuvre une approche différenciée s'appuyant sur une stratégie spécifique au contexte en tenant compte de l'écosystème technologique, des réglementations gouvernementales et des exigences des clients de chaque pays. Plus largement, la pleine conscience correspond aussi à la perspective des Capacités Dynamiques. Cette théorie suppose implicitement un état d'esprit de pleine conscience. En effet, si l'on considère « l'effet des dirigeants et des managers » mentionné ci-dessus, les organisations qui réussissent à développer des Capacités Dynamiques sont implicitement attentives. À la suite de cette discussion, nous formulons les propositions suivantes :

Proposition 11d: La pleine conscience dont font preuve les membres de l'organisation (c'est-à-dire prendre en compte l'état de préparation de l'organisation, l'état de maturité de la technologie, l'accessibilité de manière unique aux ressources complémentaires externes) a une influence directe positive sur le déploiement idiosyncrasique de l'IoT.

Proposition 11e: La pleine conscience dont font preuve les membres de l'organisation a une influence indirecte positive sur l'adaptabilité évolutive de l'organisation aux changements dans l'environnement, avec la routinisation idiosyncrasique de l'IoT comme paramètre médiateur.

Proposition 11f: La pleine conscience dont font preuve les membres de l'organisation a une influence indirecte positive sur la réalisation de la valeur de l'IoT, avec la routinisation idiosyncrasique comme paramètre médiateur.

Nous commençons à en savoir plus sur la façon dont la pleine conscience se reflète, ou se manifeste. Les processus cognitifs, les caractéristiques, les attributs mentionnés ci-dessus correspondent aux descripteurs du concept. En revanche, nous en savons encore peu sur ses éléments sous-jacents, c'est-à-dire ses déterminants, ses antécédents. Autrement dit, la littérature a jusqu'à présent peu exploré les prédicteurs de l'état cognitif de la pleine conscience. En MSI, une poignée de travaux tente d'explorer la question. Par exemple, Thatcher *et al.* (2018) discutent brièvement de la façon dont la formation et la curiosité peuvent infuser la pleine conscience. Dans leur revue de la littérature en MSI, Dernbecher & Beck (2017 p.136) signalent aussi que la question des prédicteurs représente l'une des lacunes de la littérature existante. Ces deux académiques mentionnent particulièrement la culture organisationnelle, l'environnement organisationnel comme des facteurs potentiels menant à la pleine conscience. Le travail empirique de Goswami *et al.* (2009) identifie également la culture organisationnelle comme l'un des déterminants de la pleine conscience. Ils mettent aussi en exergue des facteurs de personnalité, comme l'ouverture à l'expérience et la conscience. Un autre travail empirique explorant les prédicteurs de la pleine conscience est l'étude de cas de Teo *et al.* (2011). À partir de leurs données, ces académiques infèrent de manière inductive un ensemble de routines organisationnelles servant de « composantes »¹⁵⁵ de la pleine conscience (p.213) : vigilance, diversité, partage d'informations, échange social, formation et apprentissage. Une partie de leurs résultats converge avec des analyses et discussions que présentent d'autres travaux (ex. Dernbecher & Beck, 2017 ; Thatcher *et al.*, 2018). En même temps, leur description de la vigilance correspond aux descripteurs de la pleine conscience, en particulier la vigilance à la distinction et la conscience des perspectives multiples que suggère le travail de Langer (1997). La diversité qu'ils mentionnent correspond

¹⁵⁵ Building blocks

à la réticence à simplifier de Weick *et al.* (1999) qui recommandent la diversité au sein des équipes. Par conséquent, pour au moins deux des éléments constitutifs de la pleine conscience qu'identifient Teo *et al.* (2011), la distinction avec les descripteurs déjà identifiés pour le concept semble particulièrement ténue. Ces deux prédicteurs semblent donc peu concluants.

En dehors du MSI, le travail de Vogus & Sutcliffe (2012) semble être celui qui a le plus approfondi les antécédents de la pleine conscience dans la littérature en management. Leur discussion met principalement l'accent sur deux types d'antécédents : les antécédents relatifs aux dirigeants et aux managers d'une part, et les antécédents relatifs à l'organisation d'autre part. Les premiers établissent un lien entre l'appropriation de l'approche cognitive de la pleine conscience et le leadership transformationnel des dirigeants et des managers, les relations d'échange de haute qualité leader – membres. Cet ensemble de paramètres résulte du background des dirigeants et des managers (Vogus & Sutcliffe, 2012). Ce point de vue fait écho aux travaux d'Adner & Helfat (2003) qui expliquent que la cognition managériale est façonnée par ce qu'ils appellent le capital humain managérial (expérience professionnelle, compétences acquises, connaissances acquises des expériences antérieures) et le capital social managérial (bonne volonté résultant des liens sociaux). Les antécédents relatifs aux dirigeants qu'identifient Vogus & Sutcliffe (2012) correspondent aussi en partie aux travaux empiriques de Teo *et al.* (2011) mettant en évidence l'apprentissage et la formation, le partage d'informations et les échanges sociaux parmi les prédicteurs de la pleine conscience organisationnelle. Concernant les antécédents relatifs à l'organisation, Vogus & Sutcliffe (2012) mentionnent différents aspects comme la taille de l'organisation, l'interdépendance des tâches et la spécialisation des rôles.

Les éclairages que nous proposons ici visent à attirer l'attention sur la conversation émergente concernant les prédicteurs de la pleine conscience. Bien que perspicace, cette conversation n'explore pas encore suffisamment les antécédents de la pleine conscience, en particulier dans

le cas de l'innovation technologique. Par exemple, très peu de travaux sur l'IoT (ex. Baiyere *et al.*, 2020 ; Leung *et al.*, 2014 ; Teo *et al.*, 2011) considèrent la pleine conscience dans leurs analyses. Et seuls Teo *et al.* (2011) se penchent sur ses prédicteurs. Dernbecher & Beck (2017) appellent alors à une étude plus approfondie des facteurs menant à la pleine conscience. Dans le même ordre d'idées, nous invitons les travaux futurs à accorder plus d'attention aux antécédents ou prédicteurs de la pleine conscience tout au long du processus d'investissement et de routinisation de l'IoT.

Question de recherche 9a : Quels sont les prédicteurs/antécédents de la pleine conscience sous-jacente à l'usage routinisé de l'IoT par l'organisation ?

Question de recherche 9b : Comment les prédicteurs/antécédents façonnent la pleine conscience sous-jacente à l'usage routinisé de l'IoT au niveau des dirigeants/managers de l'organisation ?

Question de recherche 9c : Comment les prédicteurs/antécédents façonnent la pleine conscience sous-jacente à l'usage routinisé de l'IoT au niveau des membres de l'organisation en première ligne ?

Conformément à la discussion ci-dessus, nous soutenons qu'une approche cognitive de pleine conscience est nécessaire, voire implicite, lors de la planification d'un investissement IoT. Cependant, les explorations empiriques d'une telle affirmation sont rares à ce jour. Par exemple, Vogus & Sutcliffe (2012) soulignent l'importance d'établir des liens empiriques entre la pleine conscience et l'exploitation réussie d'opportunités comme l'introduction d'innovations. Dans le même ordre d'idées, les travaux de Leung *et al.* (2014) expliquent que le comportement « bandwagon » lors de l'adoption de la RFID est la cause des résultats décevants. Compte tenu de l'insuffisance de la littérature existante sur cette question, nous invitons les travaux futurs à examiner la question suivante :

Question de recherche 9d : Comment la pleine conscience influence ou guide l'acquisition et la routinisation de l'IoT par l'organisation pour générer de la valeur ?

Dans cette section, nous nous appuyons sur la littérature sur les Capacités Dynamiques pour mettre l'accent sur la cognition et la pleine conscience comme des fondements essentiels de l'usage routinisé de l'IoT. Nous exploitons aussi une poignée de travaux de la littérature sur

l'IoT (ex. Leung et al., 2014 ; Teo et al., 2011) pour illustrer le rôle central de ces paramètres cognitifs pour la réussite de la routinisation de la technologie et la réalisation de la valeur qui s'ensuit. En lien avec ces analyses qui éclairent l'importance de l'implication des membres de l'organisation, nous examinons ensuite le rôle du dialogue, une autre caractéristique au niveau individuel que mentionne la littérature (Adner & Helfat, 2003 ; Helfat & Martin, 2015 ; Salvato & Vassolo, 2018) comme un fondement essentiel du développement des Capacités Dynamiques et donc de l'usage routinisé de l'IoT.

2.7.2 Les stratégies par le dialogue

De manière générale, le dialogue correspond à une conversation, un échange d'idées et d'opinions entre deux ou plusieurs individus¹⁵⁶. Dans la littérature en management, Tsoukas (2009 p.943) note qu'il s'appuie sur une séquence de messages verbaux échangés tour à tour entre au moins deux partenaires de parole dans le but d'atteindre un objectif collectif. Dans le même ordre d'idées, Salvato & Vassolo (2018 p.1739) décrivent le dialogue comme « une forme de relations sociales conjointes, dans laquelle les individus s'efforcent d'aligner leur compréhension d'une situation pour accomplir un objectif commun, qu'ils soient ou non d'accord avec chaque détail ». La littérature en management reconnaît le caractère essentiel du dialogue pour redéfinir la trajectoire actuelle de l'organisation. Gratton & Ghoshal (2002 p.216-218) l'illustrent avec le cas de British Petroleum où le dialogue a permis à cette organisation de définir une nouvelle base de valeurs, une nouvelle identité et une nouvelle marque reflétant ces nouvelles caractéristiques. Salvato & Vassolo (2018) indiquent aussi que le dialogue entre les membres de l'organisation, qu'il s'agisse de cadres supérieurs ou d'employés en première ligne, sous-tend le développement des Capacités Dynamiques pour remodeler la dynamique des ressources. Prince *et al.* (2014) montrent pour leur part que le dialogue façonne les innovations stratégiques, c'est-à-dire des innovations conduisant à une

¹⁵⁶ Merriam-webster.com/dictionary, consulté le 04 mars 2021.

redéfinition du Business Model et des modèles opérationnels. Il convient néanmoins de distinguer le dialogue productif du dialogue improductif, également appelé engagement calculateur. Ce dernier correspond à une attitude où les membres de l'organisation réduisent leur conversation et leur interaction réciproque à un comportement minimalement coopératif dans le but de maximiser les gains individuels au détriment de la valeur pouvant être réalisée par l'organisation (Salvato & Vassolo, 2018 ; Tsoukas, 2009). À l'inverse, le dialogue productif fonctionne comme une colle et s'ancre dans l'engagement relationnel « pour développer le consensus et l'engagement partagés nécessaires pour atteindre des objectifs ambitieux et à long terme dans des environnements hautement dynamiques » (Salvato & Vassolo, 2018 p.1739). De toute évidence, cette forme de dialogue entre les membres de l'organisation est celle qui sous-tend le développement de Capacités Dynamiques permettant l'adaptabilité évolutive. Concernant la routinisation de l'IoT, un dialogue productif entre les membres de l'organisation permet de percevoir la nécessité d'introduire la technologie, de comprendre ses avantages et d'être conscient de ses difficultés et risques. Il permet de s'appuyer sur l'expertise et les connaissances opérationnelles des salariés en première ligne ainsi que sur la vision globale des dirigeants et des managers concernant la trajectoire de l'organisation. Par conséquent, le dialogue productif conduit à l'élaboration de cartes mentales partagées entre les membres de l'organisation (Salvato et Vassolo, 2018) concernant l'utilité pratique de l'IoT et la meilleure façon d'exploiter la technologie pour en tirer de la valeur. Grâce au dialogue productif, les organisations peuvent obtenir l'engagement de leurs membres pour la définition de l'approche adaptée de l'introduction de l'IoT, la définition de la trajectoire de routinisation de la technologie pertinente et idiosyncratique, en tenant compte de leurs particularismes et de leurs objectifs. Nous formulons donc les propositions suivantes :

Proposition 12a : Le développement du dialogue productif entre les membres de l'organisation a une influence directe positive sur la routinisation de la technologie suivant une trajectoire adaptée, pertinente.

Proposition 12b : Le développement du dialogue productif entre les membres de l'organisation a une influence indirecte positive sur la réalisation de la valeur de la technologie, avec la routinisation suivant une trajectoire adaptée, pertinente comme paramètre médiateur.

Si un dialogue productif entre les membres de l'organisation est propice à l'usage réussi de l'IoT, un tel dialogue avec des tiers, notamment ceux qui contrôlent les compléments technologiques et innovationnels requis, est aussi indispensable. La théorie PFI souligne notamment la criticité des fournisseurs de compléments pour réaliser la valeur de l'innovation technologique. De même, Rai & Tang (2014) mettent l'accent sur le caractère essentiel de la collaboration avec les fournisseurs de compléments dans le contexte actuel de large diffusion des technologies digitales émergentes. En lien avec ces analyses, Teece (2018a) indique que les relations avec les fournisseurs de compléments soulèvent des challenges de coordination. De même, Helfat et Raubitschek (2018) notent que l'orchestration des fournisseurs de compléments est essentielle. Pour faire face à ce besoin d'établir une relation réciproquement profitable avec les fournisseurs de compléments, les organisations peuvent alors s'appuyer sur un dialogue productif. Un tel dialogue peut réduire les coûts de transaction ou relationnels avec les fournisseurs de compléments et améliorer la rente pouvant être tirée des interrelations avec ces tiers importants (Dyer & Singh, 1998). En tant que mécanisme de gouvernance des interrelations, le dialogue productif entre les membres de l'organisation et les membres des organisations fournissant les compléments indispensables favorise la confiance et la bonne volonté entre les parties (Dyer & Singh, 1998) et les pousse à développer une collaboration idiosyncrasique et mutuellement bénéfique. En outre, cette approche permet à l'organisation de gérer une trajectoire prévisible en termes d'accès aux ressources complémentaires. Dans la littérature relative à l'IoT, Prince *et al.* (2014) mobilisent une telle approche pour montrer empiriquement comment une organisation hub peut orchestrer un réseau d'innovation IoT. En particulier, leur travail met en évidence trois stratégies dialogiques (projection persuasive, développement réflexif, contrôle définitionnel) qui correspondent à la logique du dialogue

productif. Elles ont permis à l'organisation focale de fournir une vision, de persuader les fournisseurs de compléments à se joindre à la conversation et à collaborer, en tirant parti de l'expertise de chacun (p.122-124). Bien que ce travail s'appuie sur le contexte empirique du réseau, il illustre comment le dialogue productif est pertinent pour régir les relations entre les différentes organisations dans le contexte de l'innovation IoT et permettre d'accéder aux compléments externes nécessaires. Nous émettons alors les propositions suivantes :

Proposition 12c : Le développement du dialogue productif entre les membres de l'organisation et les membres des fournisseurs de compléments a une influence directe positive sur l'accès idiosyncrasique et à coût supportable aux compléments technologiques et innovationnels externes indispensables.

Proposition 12d : Le développement du dialogue productif entre les membres de l'organisation et les membres des fournisseurs de compléments a une influence indirecte positive sur la réalisation de la valeur de la technologie, avec l'accès idiosyncrasique et à coût supportable aux compléments technologiques et innovationnels externes comme paramètre médiateur.

L'analyse ci-dessus éclaire le rôle important du dialogue pour accompagner l'innovation technologique et développer des Capacités Dynamiques. Ce dialogue peut être facilité par les liens sociaux des membres de l'organisation, tant à l'intérieur qu'au-delà des frontières de celle-ci. Dans cet ordre d'idées, la littérature sur les Capacités Dynamiques (Adner & Helfat, 2003 ; Helfat & Martin, 2015) met l'accent sur les relations des dirigeants et des managers avec leurs homologues dans d'autres organisations, avec les représentants du gouvernement, etc. mais aussi à l'intérieur de l'organisation avec les dirigeants et les managers d'autres business units, avec les lignes hiérarchiques supérieures ou inférieures. Ces relations constituent un micro-fondement du développement des Capacités Dynamiques. Les liens sociaux étant aussi bien formels qu'informels (Adner & Helfat, 2003), le dialogue aussi peut, de manière cohérente, être formel ou informel. Malheureusement, nous en savons peu sur la façon dont les deux sont orchestrés ou combinés dans le cadre de l'innovation technologique. Plus généralement, la manière dont le dialogue est exploité tout au long du processus

d'innovation¹⁵⁷ est à ce jour rarement étudiée. Par exemple, l'étude de Prince *et al.* (2014) est l'une des rares à exploiter l'approche analytique du dialogue pour examiner l'innovation technologique, en particulier l'innovation IoT. Bien que perspicace, leur étude n'a cependant pas exploré le cas particulier d'une organisation unique routinisant l'IoT avec le support de fournisseurs de compléments. Notre compréhension est donc insuffisante quant à la manière dont les stratégies de dialogue sont utilisées à l'intérieur comme à l'extérieur des frontières d'une organisation unique, de manière formelle et/ou informelle, pour faciliter, accompagner l'usage de l'IoT, en définir la trajectoire de routinisation. Les travaux futurs en MSI sont donc invités à accorder plus d'attention aux questions suivantes :

Question de recherche 10a : Comment est orchestré le dialogue productif formel (resp. informel) entre les membres de l'organisation pour définir la trajectoire d'acquisition et de routinisation de l'IoT ?

Question de recherche 10b : Comment est orchestrée la combinaison entre les dialogues productifs informel et formel entre les membres de l'organisation pour définir la trajectoire d'acquisition et de routinisation de l'IoT ?

Question de recherche 10c : Comment est orchestré le dialogue productif formel (resp. informel) entre les membres de l'organisation et les membres des fournisseurs de compléments externes pour établir l'accès unique et à coût supportable des compléments technologiques et innovatifs ?

Question de recherche 10d : Comment est orchestrée la combinaison entre les dialogues productifs informel et formel entre les membres de l'organisation et les membres des fournisseurs de compléments externes pour établir l'accès unique et à coût supportable des compléments technologiques et innovatifs ?

La prise en compte des analyses présentées dans cette section 2.7, qui intègre deux aspects individuels à notre réflexion, entraîne une légère évolution (Figure 2.2) de la représentation schématique du développement théorique effectué dans cette partie de notre travail. Nous complétons alors la figure avec un bloc supplémentaire qui reflète l'importance de la cognition et du dialogue dans l'architecture de la réalisation de la valeur de la technologie pour les organisations.

¹⁵⁷ Tout long du continuum pré-adoption – assimilation.

Au total, notre analyse théorique de la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations présente deux conditions nécessaires, mais non suffisantes, pour matérialiser la valeur : 1- l'accès et l'exploitation idiosyncrasiques de compléments externes technologiques et innovatifs, et 2- la prise en compte de la cognition et du dialogue. Ces deux conditions sont indispensables pour déployer, routiniser avec succès la technologie et ensuite réaliser de la valeur.

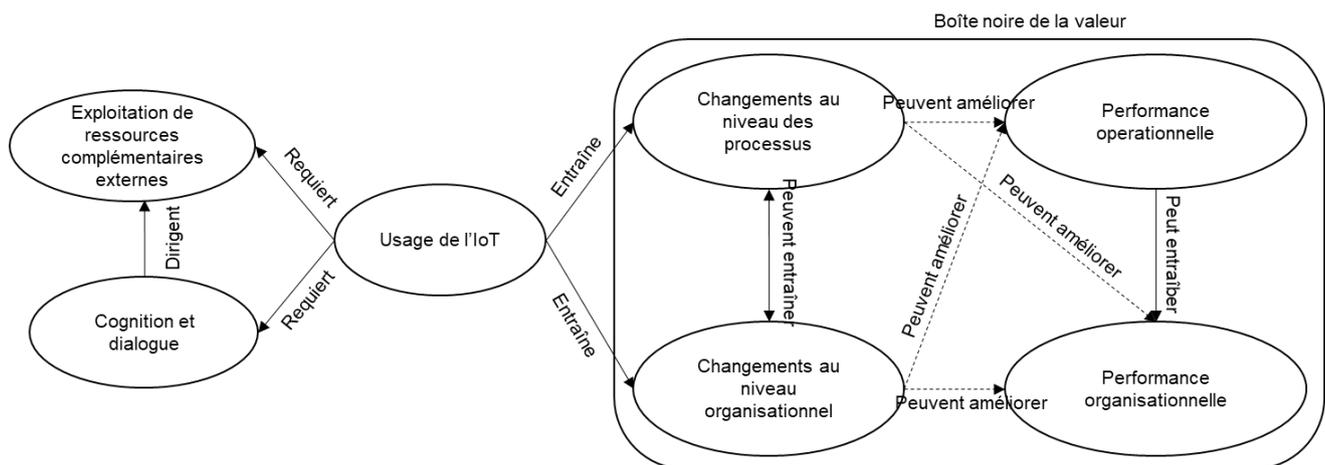


Figure 2.2 : Cadre théorique (complété) de la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations

L'analyse théorique développée conceptualise enfin la valeur de l'IoT comme une boîte noire, un construit multidimensionnel, complexe, instable, incluant plusieurs dimensions et formes de valeur. Étant de type explicatif et prédictif¹⁵⁸ (Gregor, 2006), notre analyse théorique présente plusieurs propositions testables. Elle pointe également plusieurs insuffisances (voir le Tableau récapitulatif 2.3) de la littérature actuelle en MSI sur la valeur de l'IoT que nous présentons sous forme de questions de recherche pouvant être examinées par des travaux futurs. La suite du manuscrit, en l'occurrence les deux études empiriques à suivre, s'intéresse à quelques-unes des questions soulevées ici. La première étude empirique (partie 2 du manuscrit) adresse par exemple la question 5c sur le mécanisme du changement du BM. La deuxième étude empirique (partie 3 du manuscrit) adresse la question 3 concernant la reconfiguration des processus.

¹⁵⁸ Voir p.64-66 du manuscrit

Thèmes ou dimensions	Sous-dimensions	Effets de la technologie (propositions ou P)	Gaps (questions de recherche ou QR)
Les reconfigurations et changements de processus	Amélioration de la visibilité des processus	L'amélioration de la visibilité des processus découlant de la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur le renforcement du fondement rationnel de la prise de décision par les membres de l'organisation (P1a).	Comment (processus, mécanismes) les organisations s'appuient-elles sur les données IoT pour établir des processus décisionnels fondés sur les heuristiques ? (QR1a)
		L'amélioration de la visibilité découlant de la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur le déploiement par l'organisation de processus décisionnels basés sur des heuristiques (P1b).	Comment les données IoT non structurées peuvent-elles être exploitées par les organisations pour déployer des approches décisionnelles fondées sur les heuristiques conduisant ensuite à l'amélioration globale de la prise de décision ? (QR1b)
Les reconfigurations et changements de processus	Automatisation des processus	L'amélioration de la visibilité découlant de la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur le déploiement par l'organisation de processus décisionnels mixtes qui combinent heuristiques et rationalité (P1c).	—
		Les réductions de temps d'exécution des processus qu'entraîne l'automatisation des tâches basée sur l'IoT sont plus importantes que les réductions de temps d'exécution des processus découlant de l'amélioration de la dextérité des membres de l'organisation (P2a).	Quelles formes ou quels niveaux d'automatisation des tâches basés sur l'IoT permettent à l'organisation d'améliorer le bien-être de ses membres, de proposer un climat de travail apaisé à ses membres ? (QR2a)
		L'automatisation des tâches qu'entraîne la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur la bonne exécution (sans défaut ou erreur) des processus du premier coup (P2b).	Comment les organisations peuvent-elles susciter l'adhésion et la confiance de leurs membres pour routiniser les physiolytiques ? (QR2b)
		L'automatisation des tâches qu'entraîne la routinisation de l'IoT a une influence indirecte positive sur l'amélioration du bien-être pour les membres de l'organisation, avec comme paramètre médiateur l'amélioration de l'ergonomie du poste de travail (P2c).	—
	Reconfiguration des processus	L'automatisation des tâches qu'entraîne la routinisation de l'IoT a une influence indirecte positive sur l'amélioration du bien-être pour les membres de l'organisation, avec comme paramètre médiateur la suppression de la pénibilité des tâches (P2d).	—
Socialisation des artefacts	Reconfiguration des processus	Les transformations continues des processus qu'entraîne l'IoT ont une influence directe positive sur l'adaptabilité technique de l'organisation (P3a).	Comment l'usage de l'IoT permet-il reconfigurer avec succès les processus pour que les organisations soient adaptées de manière évolutive et durable à leurs marchés et à leurs environnements ? (QR3)
		Les transformations continues des processus qu'entraîne l'IoT ont une influence directe positive sur l'adaptabilité évolutive de l'organisation (P3b).	
	La socialisation des artefacts physiques découlant de la routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur le fonctionnement autonome des équipements et des machines de l'organisation (P4a).	Quelles stratégies de déploiement et de routinisation de la technologie peuvent assurer une qualité élevée pour les données IoT afin que l'organisation concrétise de manière profonde et réussie la socialisation des artefacts physiques ? (QR4)	
—	—	La valeur de la technologie à l'échelle des processus de l'organisation est un construit multidimensionnel qui agrège plusieurs sous-dimensions comme la visibilité, l'automatisation, la reconfiguration, et la socialisation (P5).	—
Les changements organisationnels	Changements du Business Model	L'usage routinisé de l'IoT a une influence directe positive sur la réalisation des changements de BM en tant que valeur finale de la technologie pour les organisations (P6a).	Quelles approches de changements du BM en tant que valeur finale émergent dans le cadre de l'usage de l'IoT ? (QR5a)
		L'ampleur de la valeur que génère l'IoT pour les organisations est plus importante en présence du paramètre médiateur du changement de BM (P6b).	Quelles approches de changements du BM en tant que valeur médiatrice émergent dans le cadre de l'usage de l'IoT ? (QR5b)
			Comment se produisent les changements du BM dans le cadre de l'usage de l'IoT ? (QR5c)

(Suite)

Les changements organisationnels	Transformation organisationnelle	<p>L'usage de l'IoT a un effet direct positif sur la réalisation de changements du design de l'organisation (P7a).</p> <p>Les changements du design organisationnel qu'entraîne la routinisation de l'IoT sont de faible ampleur (P7b).</p>	<p>Comment se produisent les changements réussis du design organisationnel qu'entraîne l'IoT ? (QR6a)</p> <p>Comment soigneusement rendre compte de la transformation organisationnelle qu'entraîne l'IoT en s'appuyant sur le changement de BM comme unité d'analyse ? (QR6b)</p>
	—	<p>La valeur de la technologie à l'échelle organisationnelle est un construit multidimensionnel qui agrège plusieurs sous-dimensions comme le changement de BM, la transformation organisationnelle (P8).</p>	—
Les aspects de performances économiques et mesurables	Amélioration des résultats	<p>L'usage routinisé de l'IoT a un effet indirect positif sur les améliorations des performances opérationnelles de l'organisation (P9a).</p>	<p>Quelle part de la valeur économique de la technologie découle directement de la routinisation de la technologie par l'organisation ? (QR7a)</p>
		<p>L'usage routinisé de l'IoT a un effet indirect positif sur les améliorations des performances organisationnelles (P9b).</p> <p>La matérialisation des améliorations des performances opérationnelles qu'entraîne l'usage routinisé de l'IoT a un effet direct positif sur les améliorations des performances organisationnelles (P9c).</p>	<p>Quelle part de la valeur économique de la technologie résulte des changements de processus et/ou des changements organisationnels qu'entraîne la technologie ? (QR7b)</p> <p>—</p>
Ressources complémentaires	Externes	<p>La combinaison de l'IoT avec des compléments externes technologiques et/ou innovationnels a un effet direct positif sur la réalisation de la valeur (P10a).</p>	<p>Quels (formes, types, classes) compléments externes technologiques et innovationnels, spécialisés et cospécialisés, sont requis pour matérialiser la valeur de l'IoT ? (QR8a)</p>
		<p>L'ampleur de la valeur pour l'organisation est plus importante en présence d'une combinaison de l'IoT avec des compléments externes technologiques et/ou innovationnels qu'en présence d'une combinaison de l'IoT avec des compléments externes non technologiques et/ou non innovationnels (P10b).</p>	<p>Quelles stratégies sont les plus pertinentes pour accéder de manière idiosyncrasique aux compléments externes technologiques et innovationnels, spécialisés et cospécialisés, et pour les combiner de manière unique avec l'IoT ? (QR8b)</p>
		<p>L'ampleur de la valeur pour l'organisation est plus importante en présence d'une combinaison de l'IoT avec des compléments externes technologiques et/ou innovationnels, spécialisés ou cospécialisés, qu'en présence d'une combinaison de l'IoT avec des compléments génériques (P10c).</p>	<p>Comment se combinent et interagissent l'usage de l'IoT et l'exploitation des compléments externes technologiques et innovationnels pour réaliser un maximum de valeur ? (QR8c)</p>
Stratégies au niveau individuel	Stratégies cognitives	<p>Les stratégies cognitives des membres de l'organisation (permettant d'éviter les erreurs et les biais dans la perception et l'interprétation de l'environnement et des contextes particuliers) ont une influence directe positive sur l'adoption et la routinisation de l'IoT (P11a).</p>	<p>Quels sont les prédicteurs/antécédents de la pleine conscience sous-jacente à l'usage routinisé de l'IoT par l'organisation ? (QR9a)</p>
		<p>Les stratégies cognitives des membres de l'organisation ont une influence directe positive sur l'accès unique et à coût supportable aux compléments technologiques et innovationnels requis (P11b).</p>	<p>Comment les prédicteurs/antécédents façonnent la pleine conscience sous-jacente à l'usage routinisé de l'IoT au niveau des dirigeants/managers de l'organisation ? (QR9b)</p>
		<p>Les stratégies cognitives des membres de l'organisation ont une influence indirecte positive sur la réalisation de la valeur, avec la routinisation de la technologie comme paramètre médiateur (P11c).</p>	<p>Comment les prédicteurs/antécédents façonnent la pleine conscience sous-jacente à l'usage routinisé de l'IoT au niveau des membres de l'organisation en première ligne ? (QR9c)</p>
		<p>La pleine conscience dont font preuve les membres de l'organisation (c'est-à-dire prendre en compte l'état de préparation de l'organisation, l'état de maturité de la technologie, l'accessibilité de manière unique aux ressources complémentaires externes) a une influence directe positive sur le déploiement idiosyncrasique de l'IoT (P11d).</p>	<p>Comment la pleine conscience influence ou guide l'acquisition et la routinisation de la technologie IoT par l'organisation pour générer de la valeur ? (QR9d)</p>
		<p>La pleine conscience dont font preuve les membres de l'organisation a une influence indirecte positive sur l'adaptabilité évolutive de l'organisation aux changements dans l'environnement, avec la routinisation idiosyncrasique de l'IoT comme paramètre médiateur (P11e).</p>	—
		<p>La pleine conscience dont font preuve les membres de l'organisation a une influence indirecte positive sur la réalisation de la valeur de l'IoT, avec la routinisation idiosyncrasique comme paramètre médiateur (P11f).</p>	—

(Suite)

Stratégies au niveau individuel	Stratégies par le dialogue	<p>Le développement du dialogue productif entre les membres de l'organisation a une influence directe positive sur la routinisation de la technologie suivant une trajectoire adaptée, pertinente (P12a).</p>	<p>Comment est orchestré le dialogue productif formel (resp. informel) entre les membres de l'organisation pour définir la trajectoire d'acquisition et de routinisation de l'IoT ? (QR10a)</p>
		<p>Le développement du dialogue productif entre les membres de l'organisation a une influence indirecte positive sur la réalisation de la valeur de la technologie, avec la routinisation suivant une trajectoire adaptée, pertinente comme paramètre médiateur (P12b).</p>	<p>Comment est orchestrée la combinaison entre les dialogues productifs informel et formel entre les membres de l'organisation pour définir la trajectoire d'acquisition et de routinisation de l'IoT ? (QR10b)</p>
		<p>Le développement du dialogue productif entre les membres de l'organisation et les membres des fournisseurs de compléments a une influence directe positive sur l'accès idiosyncrasique et à coût supportable aux compléments technologiques et innovationnels externes indispensables (P12c).</p>	<p>Comment est orchestré le dialogue productif formel (resp. informel) entre les membres de l'organisation et les membres des fournisseurs de compléments externes pour établir l'accès unique et à coût supportable des compléments technologiques et innovationnels ? (QR10c)</p>
		<p>Le développement du dialogue productif entre les membres de l'organisation et les membres des fournisseurs de compléments a une influence indirecte positive sur la réalisation de la valeur de la technologie, avec l'accès idiosyncrasique et à coût supportable aux compléments technologiques et innovationnels externes comme paramètre médiateur (P12d).</p>	<p>Comment est orchestrée la combinaison entre les dialogues productifs informel et formel entre les membres de l'organisation et les membres des fournisseurs de compléments externes pour établir l'accès unique et à coût supportable des compléments technologiques et innovationnels ? (QR10d)</p>

Tableau 2.3 : Récapitulatif des propositions théoriques et des questions de recherche

2.8 Conclusion

L'étude théorique que propose cette première partie du manuscrit examine dans une approche holistique la valeur de l'IoT pour les organisations, ses formes et les mécanismes causaux dont l'orchestration permet sa réalisation. Nos développements s'appuient sur les travaux de Makadok (2001) pour les mécanismes de la valeur et Teece et collègues (1986, 1997) pour le rôle des compléments externes et l'impact transformationnel de l'IoT. L'étude conceptualise la valeur pour les organisations comme un construit complexe, instable, présentant deux principales dimensions : 1- les reconfigurations et les changements de processus, 2- les changements organisationnels. Chacune des dimensions agrège plusieurs sous-dimensions ou formes de valeur. Pour la dimension 1, l'étude en s'appuyant sur la littérature présente par exemple des sous-dimensions comme la visibilité, l'automatisation, la reconfiguration, la socialisation des artefacts. Plusieurs autres formes de la valeur de la technologie peuvent être regroupées sous les sous-dimensions. Par exemple, 1- le déploiement d'un processus de décision rationnel qu'entraîne l'IoT, ou 2- le déploiement d'un processus s'appuyant sur des

heuristiques, et 3- l'autonomisation des membres en première¹⁵⁹ ligne que permet l'IoT représentent aussi des formes de valeur que peuvent concrétiser les organisations. Elles résultent de la matérialisation de la visibilité des processus qu'offre l'IoT. De même, 1- la suppression de la pénibilité des tâches pour les membres de l'organisation, 2- la réduction de la charge cognitive pour les membres de l'organisation, 3- l'amélioration du bien-être des membres de l'organisation représentent trois autres formes de la valeur de la technologie. Ces dernières découlent de la matérialisation de l'automatisation¹⁶⁰ des processus qu'ouvre l'IoT. Cette multiplicité des formes possibles de la valeur de la technologie reflète la complexité et l'instabilité du construit. Cela reflète aussi l'importance de la prise en compte des contextes particuliers des organisations, autrement dit de l'aspect positionnel (Matthes, 2015 ; Scheffler, 2010), dans l'examen de la valeur. En effet, la valeur ne peut pas que s'appuyer sur un prisme universel (ex. indicateurs comptables et financiers de mesure de la performance) en oubliant que la valorisation par les organisations est aussi fonction de leurs histoires, de leurs contextes, des particularismes et connaissances de leurs membres, etc. En outre, ces formes multiples de valeur peuvent, selon les contextes des organisations, être finales. Kohli & Devaraj (2003 p.128) notent à juste titre que la matérialisation de telles formes de la valeur de la technologie peut ne pas être suivie d'amélioration des performances économiques.

En prenant en considération ces différents éléments, nous suggérons qu'aucune forme de la valeur de l'IoT ne peut être considérée comme nécessaire pour conceptualiser le construit, même les formes économiques mesurables. En revanche, chacune est suffisante. Notre approche conceptuelle de la valeur pour les organisations se distingue ainsi de celles que présentent les travaux influents en MSI (Grover *et al.*, 2018 ; Hitt & Brynjolfsson, 1996 ; Kohli & Grover, 2008 ; Melville *et al.*, 2004 ; Schryen, 2013) qui définissent la valeur des TIs

¹⁵⁹ Il est utile de souligner que l'autonomisation des membres en première ligne peut aussi résulter de l'automatisation des processus, ou de la reconfiguration des processus, ou de la socialisation des artefacts.

¹⁶⁰ Il est utile de noter que l'amélioration du bien-être peut tout autant découler de la visibilité des processus, de la reconfiguration des processus, ou de la transformation organisationnelle. Cela souligne, comme pour la note de bas de page n°159, la non-linéarité de la matérialisation de la valeur de la technologie.

pour les organisations uniquement par le prisme des performances financières, économiques, stratégiques mesurables. En revanche, nos réflexions font écho à d'autres travaux (ex. Chan, 2000 ; Gregor *et al.*, 2006 ; Nielsen & Persson, 2017 ; Soh & Markus, 1995) en MSI. « L'axe de cohésion » de la discipline étant fondé sur une approche sociotechnique (Sarker *et al.*, 2019 p.696), l'adoption d'une conceptualisation polyolithique (Leidner, 2018) de la valeur de la technologie pour les organisations nous semble plus appropriée. Une telle perspective peut même inclure plusieurs unités d'analyse interdépendantes comme les organisations, les groupes et les individus (Chan, 2000).

L'étude souligne aussi l'importance des ressources complémentaires externes pour la réalisation de la valeur de l'IoT. Jusqu'à présent, les travaux en MSI ne prennent pas suffisamment en compte la criticité de tels compléments. Pourtant ils devraient, surtout dans le contexte actuel de diffusion accélérée des technologies digitales émergentes qui requièrent davantage ce type de compléments (Rai & Tang, 2014). Nos analyses mettent enfin l'accent sur le rôle central de la cognition et du dialogue dans l'architecture de la matérialisation de la valeur de la technologie. Là aussi un aspect insuffisamment pris en compte dans la littérature en MSI sur la valeur de la technologie pour les organisations.

Dans la suite du manuscrit, nous prolongeons les analyses initiées ici en nous penchant sur chacune des deux dimensions mises au jour concernant la valeur de l'IoT. Nous examinons dans un premier temps la dimension des changements organisationnels, précisément les changements du BM comme l'indique la figure 2.3. L'étude empirique mise en œuvre permet d'éclairer des formes de changement du BM réalisables en routinisant l'IoT et le mécanisme causal dont l'orchestration conduit à la matérialisation de telles formes de la valeur de la technologie. Les changements organisationnels pouvant entraîner des changements de processus et inversement (Hensen & Dong, 2020 ; Teece *et al.*, 1997), l'étude empirique sur

les changements du BM permet d'ouvrir sur une deuxième étude empirique examinant les changements de processus.

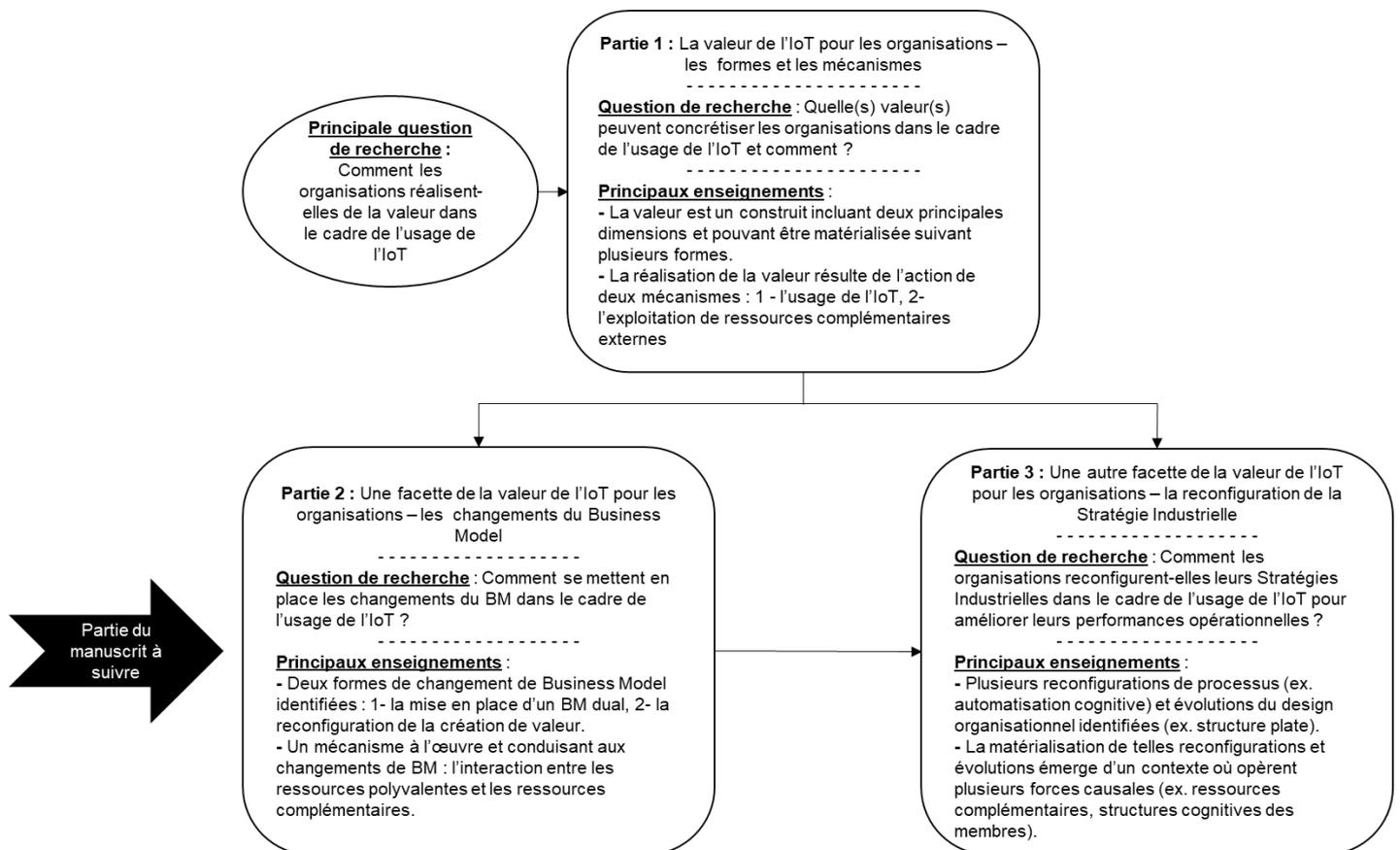


Figure 2.3 : Annonce de la partie 2 à suivre du manuscrit

Cette deuxième étude empirique permet d'examiner la deuxième dimension principale mise au jour concernant la valeur de l'IoT. Cette étude éclaire d'autres formes de la valeur de la technologie (ex. amélioration de la qualité, amélioration de la flexibilité). Elle porte sur le contexte particulier des organisations manufacturières où l'usage de l'IoT est important. Cette deuxième étude empirique permet aussi d'adresser la transformation organisationnelle, la deuxième sous-dimension des changements organisationnels. En un mot, les deux études empiriques mises en œuvre dans la suite du manuscrit examinent dans une certaine mesure les deux principales dimensions de la valeur de l'IoT mises au jour dans notre conceptualisation.

Deuxième partie :

Une facette de la valeur de l’IoT pour les organisations – les changements de Business Model

Résumé

La deuxième partie de notre recherche doctorale se focalise sur une première dimension de la valeur de l’IoT, les changements organisationnels. Au niveau de cette dimension, nous nous intéressons en particulier aux changements de BM. En nous appuyant sur la théorie PFI et les approches par les ressources, nous développons un cadre théorique intégrateur présentant le mécanisme causal dont l’orchestration explique les changements de BM qu’entraîne l’usage de l’IoT. Pour examiner le phénomène d’intérêt dans cette partie du travail, nous développons au niveau méthodologique une nouvelle procédure de méta-analyse combinant les approches qualitatives abductives avec les méthodes d’analyse de données ordinales. Cette procédure est mise en œuvre en exploitant des données concernant les motivations – bénéfiques et challenges – risques associés à l’usage de l’IoT dans les organisations. Ces données sont extraites d’une sélection de onze études managériales interrogeant plusieurs milliers d’organisations (8042 répondants décisionnaires). La procédure de méta-analyse mise en œuvre permet de comparer par un ordre de préférence les construits inférés de manière abductive en calculant un consensus entre ces ordres pour présenter les construits prioritaires (respectivement secondaires). Les résultats nous permettent de présenter le mécanisme causal (la combinaison orchestrée entre les compléments externes et les ressources polyvalentes de l’organisation) et des formes de changements de BM (ex. reconfiguration de la création de valeur, mobilisation de la configuration duale).

Mots clés : IoT, Compléments externes, Ressources polyvalentes, Changements du Business Model, Méta-analyse.

Cette deuxième partie du manuscrit se focalise sur l'une des principales dimensions de la valeur de l'IoT pour les organisations explicitées plus haut, les changements organisationnels. Les réflexions et les analyses présentées dans cette partie du travail concernent en particulier les changements de BM, l'une des sous-dimensions des changements organisationnels. Elles éclairent notamment le mécanisme causal dont l'orchestration permet de matérialiser les changements de BM. La question de recherche qu'examine cette partie est donc : *Comment se mettent en place les changements du BM dans le cadre de l'usage de l'IoT ?* En examinant une telle question, cette partie de notre travail explore l'approche causale et dynamique des changements du BM (Krantz *et al.*, 2016). Ce faisant, elle adresse une insuffisance de la littérature relevée précédemment¹⁶¹ et que pointent plusieurs travaux (Pateli & Giaglis, 2004 ; Tesch, 2019 ; Wiener *et al.*, 2020). Certains académiques (Rai & Tang, 2014 ; Steininger, 2019) déplorent plus généralement que le BM en tant qu'unité d'analyse est encore peu mobilisé en MSI pour examiner la valeur de la technologie pour les organisations. Plusieurs académiques (Krantz *et al.*, 2016 ; Kumar *et al.*, 2018 ; Osterwalder & Pigneur, 2013 ; Veit *et al.*, 2014) estiment en effet que notre discipline peut contribuer à cette approche de recherche suivant au moins trois pistes : 1- explorer le déploiement et les changements de BM qu'ouvre la technologie pour les organisations classiques (ex. des organisations établies), 2- explorer le déploiement et les changements de BM des organisations *born digital* (ex. des startups et licornes de l'économie numérique), 3- explorer le déploiement et les changements de BM dans les industries des technologies de l'information (ex. des fournisseurs de technologies, de compléments technologiques et innovatifs). Les développements que présente cette partie concernent la première piste en étudiant les changements de BM qu'entraîne la routinisation de l'IoT dans les organisations classiques.

¹⁶¹ Voir p.131-132 du manuscrit

Pour répondre à la question de recherche mentionnée, l'étude empirique réalisée s'appuie sur une démarche innovante de méta-analyse. Elle complète les procédures actuelles de cette approche méthodologique en mettant en œuvre une démarche mixte, combinant une analyse abductive des données (volet qualitatif) et une méthode calculatoire s'appuyant sur un algorithme d'analyse de données ordinales (volet quantitatif). Les données exploitées pour la mise en œuvre d'une telle procédure sont extraites d'un ensemble de onze études managériales interrogeant 8042 répondants décisionnaires d'organisations opérant dans plusieurs industries.

Les analyses que présente cette deuxième partie du travail apportent plusieurs contributions à la littérature actuelle en MSI. Comme contribution théorique, l'étude développe un cadre théorique intégrateur expliquant les changements de BM qu'entraîne l'IoT. Il explicite le mécanisme causal à l'œuvre, c'est-à-dire la combinaison orchestrée entre les ressources polyvalentes de l'organisation (Penrose, 1959) et les compléments externes technologiques et innovatifs (Teece, 1986). Ce faisant, il complète la littérature sur la causalité et l'analyse dynamique des changements de BM. Nos analyses complètent aussi les premiers travaux examinant les changements de BM qu'entraîne l'IoT. Ces travaux s'appuient rarement¹⁶² sur des fondements théoriques autres que la mobilisation du concept de BM.

En termes de contribution empirique, notre étude complète les rares travaux s'appuyant sur des échantillons larges pour analyser les changements de BM. Elle contribue ainsi à répondre aux appels de plusieurs académiques (Belussi *et al.*, 2019 ; Bhatti *et al.*, 2021) qui suggèrent de s'appuyer aussi sur des approches quantitatives pour examiner le déploiement et les changements de BM. Pour l'instant, la littérature propose très peu d'études empiriques (ex. Bhatti *et al.*, 2021) des changements du BM exploitant des échantillons larges (Belussi *et al.*,

¹⁶² En réalité, aucun des travaux que nous avons consultés concernant les changements de BM qu'entraîne l'IoT (récapitulés dans le Tableau 3.2 p.201-202) ne présente de fondement théorique au-delà de s'appuyer sur le concept de BM. L'insuffisant fondement théorique des travaux sur le BM est plus généralement déploré par plusieurs académiques (voir Foss & Saebi, 2017 p.200 ; Pateli & Giaglis, 2004 p.303)

2019). Certains académiques (Foss & Saebi, 2015 p.2) observent de manière cohérente que « les études de cas unique dominant les investigations empiriques » du déploiement et des changements de BM.

Au plan méthodologique, l'étude développe une procédure nouvelle, mixte, complétant les approches actuelles de méta-analyse (Combs *et al.*, 2019). Cette procédure nouvelle combine une analyse qualitative abductive et une méthode calculatoire ordinale. Enfin au niveau managérial, l'étude explicite pour les praticiens le mécanisme causal dont l'orchestration conduit à la matérialisation des changements de BM qu'entraîne l'IoT. Elle identifie aussi plusieurs formes de changement de BM que peuvent concrétiser les organisations en mettant en œuvre le mécanisme présenté. L'étude souligne aussi pour les praticiens plusieurs bénéfices découlant de l'usage de l'IoT, tout en attirant leur attention sur les challenges et risques associés à cette technologie.

Dans la suite, le cadre théorique expliquant les changements de BM est présenté. La procédure mixte de méta-analyse mise en œuvre est ensuite décrite. Les résultats qui en découlent sont présentés suivis d'une discussion.

3.1 Fondements théoriques

Le cadre théorique sur lequel s'appuie cette partie du travail combine des enseignements du PFI et des approches par les ressources pour expliquer les changements de BM. Nous présenterons donc dans cette section les approches par les ressources. Les changements de BM résultant de l'usage de la technologie sont ensuite discutés. Quant à la théorie PFI, elle a été présentée plus haut¹⁶³. Néanmoins, avant d'exposer les autres éléments du cadre théorique, nous effectuons un très bref rappel concernant les compléments externes, la variable du PFI appelée ici. À l'ère actuelle des SIs capacitantes et des TIs ubiquitaires, les organisations s'appuient souvent sur de tels compléments via l'externalisation et la collaboration avec des

¹⁶³ Voir p.90-97 du manuscrit

partenaires onshore et/ou offshore (Hirschheim & Klein, 2012). Si plusieurs types et classes de compléments externes sont présentés dans la littérature (Jacobides *et al.*, 2018 ; Teece, 2018a), nos analyses dans cette partie se focalisent sur les compléments technologiques et innovationnels. Ils sont indispensables pour faire fonctionner la technologie IoT et en tirer de la valeur pour l'organisation. Par exemple, la gestion (ex. suivi et localisation / visibilité en temps réel, envoi d'information ou d'instruction) de la flotte d'artéfacts physiques connectés de l'organisation requiert souvent une plateforme logicielle. L'étude de Habjan *et al.* (2014) examinant l'usage du GPS par des entreprises de transport souligne notamment l'importance de ce type de plateforme pour « un usage plus efficace » de la technologie (p.2). De même, des outils logiciels sont indispensables pour exploiter et analyser les données fournies par l'infrastructure IoT. Dans cet ordre d'idées, Côte-Real *et al.* (2020) indiquent que les outils de *Big Data Analytics* constituent des compléments importants pour l'IoT. Leur étude conduite sur des clients SAP souligne que plusieurs de ces derniers combinent les deux technologies pour générer davantage de valeur. Il faut souligner que ces compléments peuvent parfois être fournis par un partenaire unique accompagnant l'organisation à la fois pour le déploiement de son infrastructure IoT de base (capteurs, actionneurs, infrastructure réseau, etc.) et pour l'accès aux compléments indispensables. Mais ils peuvent aussi être fournis par plusieurs partenaires dont les grands fournisseurs habituels de technologies comme PTC, Google, SAP, Amazon Web Services, Siemens, etc. Pour revenir au travail de Côte-Real *et al.* (2020), il a interrogé des organisations utilisant à la fois SAP Leonardo (plateforme de gestion IoT) et SAP Hana (plateforme *Big Data Analytics*). Ces académiques ne précisent cependant pas si l'infrastructure IoT de base est aussi fourni par SAP, un fournisseur de technologies plutôt connu pour être un éditeur de solutions logicielles. Ce bref rappel effectué à propos des compléments technologiques et innovationnels, nous présentons dans la suite les approches par les ressources.

3.1.1 Les approches par les ressources

Les approches théoriques de la ressource expliquent comment les organisations génèrent des rentes économiques se traduisant ensuite en avantage concurrentiel durable (Barney, 2018), en croissance réalisée, ou en expansion. Deux principales approches peuvent être distinguées¹⁶⁴ dans la littérature sur les ressources (Nason & Wiklund, 2018 p.33) : 1- l'approche de Penrose (1959), et 2- l'approche de Barney (1991). Les deux perçoivent l'organisation par le prisme des ressources dont elle se dote de manière idiosyncrasique pour mettre en œuvre sa stratégie, créer, produire et commercialiser des produits et/ou services. Pour ces théories, les différences de performances et de valeurs (rentes) économiques que concrétisent des organisations faisant face à des conditions de marché et d'environnement identiques tiennent surtout de leurs différences en termes de dotation idiosyncrasique en ressources (Amit & Zott, 2001 ; Nason & Wiklund, 2018). Au-delà de ces perceptions convergentes, les deux approches présentent aussi des divergences conceptuelles profondes.

3.1.1.1 La perspective d'Edith Penrose

Le courant penrosien s'appuie sur l'ouvrage fondateur d'Edith Penrose de 1959, réédité en 1995 et en 2009. Les ressources y sont présentées comme des biens matériels (acquis, loués, produits par l'organisation) et des ressources humaines (surtout permanentes) participant au système d'activités. Mais « à proprement parler, ce ne sont pas les ressources elles-mêmes qui constituent les « inputs » du système d'activités, mais seulement les services¹⁶⁵ que ces ressources peuvent rendre. Les services rendus par les ressources sont fonction de la manière dont elles sont utilisées » (Penrose, 2009 p.22). Les ressources correspondent alors à « un ensemble de services potentiels et peuvent, pour la plupart, être définies indépendamment de leur usage, alors que les services ne peuvent l'être, le mot « service » impliquant une fonction,

¹⁶⁴ Elles sont les plus citées (Nason & Wiklund, 2018 p.33)

¹⁶⁵ Penrose (2009 p.60) définit précisément les services comme « les contributions que les ressources peuvent apporter aux opérations de production de l'entreprise »

une activité » (op. cit. p.22). Ce qui fonde donc la singularité, l'idiosyncrasie, la croissance de l'organisation tient de l'hétérogénéité, plutôt que l'homogénéité, des services que rendent, ou que peuvent rendre les ressources. Cette hétérogénéité de services possibles offre l'opportunité que les ressources matérielles soient « utilisées de manières différentes et pour des besoins différents si les personnes travaillant avec ces ressources ont de nouvelles idées sur la manière dont elles peuvent être utilisées » (op. cit. p.67). L'aptitude que peuvent avoir les ressources à proposer, selon les besoins ou la volonté, des services multiples, est qualifiée de polyvalence par Penrose (1959), ou encore de fongibilité dans la littérature (Nason & Wiklund, 2018 ; Rugman & Verbeke, 2002). La flexibilité et la polyvalence des ressources de l'organisation sont les facteurs importants régissant ses possibilités de création de valeur, d'expansion, souligne par exemple Penrose (1959 p.539). « Aussi longtemps qu'il existe des opportunités de production rentable n'importe où dans l'économie, une entreprise peut en tirer profit si ses ressources sont polyvalentes » écrit-elle encore (p.539). Les « ressources polyvalentes rendent disponibles davantage d'opportunités et d'actions stratégiques pour l'organisation, tandis que les ressources non polyvalentes limitent les opportunités exploitables et restreignent l'adaptation stratégique » soutiennent Nason & Wiklund (2018 p.37). Pour les besoins de l'analyse, et pour harmoniser avec le reste du manuscrit, on retiendra que les ressources polyvalentes, fongibles, correspondent aux ressources clés de l'organisation dans l'approche penrosienne, celles qui sont sous-jacentes à la réalisation d'un maximum de valeur pour l'organisation. Nason & Wiklund (2018) distinguent deux types fongibilité : 1- la *fongibilité externe*, qui concerne les ressources peu spécifiques pouvant être facilement échangées d'une organisation à l'autre, et 2- la *fongibilité interne*, qui concerne les ressources spécifiques (marques, technologies, routines, apprentissage expérientiel, etc.) pouvant être facilement redéployées au sein de l'organisation pour rendre davantage de

services que dans leur usage actuel. Les ressources de ce type permettent à l'organisation de se diversifier, de développer de nouveaux business.

Pour finir sur l'approche penrosienne des ressources, Penrose (2009 p.58-59) rappelle que plusieurs types d'incitations peuvent orienter la manière dont l'organisation déploie ou redéploie ses ressources pour croître, réaliser de la valeur. Elle distingue notamment 1- les *incitations externes*, comme l'accroissement la demande, les changements dans la technologie, des découvertes et des inventions prometteuses, des opportunités spéciales pour obtenir une meilleure position concurrentielle, etc. Mais aussi 2- des *incitations internes*, découlant essentiellement de l'existence d'un ensemble de services productifs, ressources, connaissances spécifiques, inexploités ou faiblement exploités.

3.1.1.2 La perspective de Barney

Le deuxième courant le plus influent dans la littérature sur les ressources concerne les travaux de Barney, notamment sa contribution théorique de 1991. Les ressources y sont définies comme l'ensemble « des actifs, capacités, processus organisationnels, attributs, informations, connaissances, etc. contrôlés par l'organisation et lui permettant de concevoir et de mettre en œuvre des stratégies améliorant son efficacité et son efficacité » (Barney, 1991 p.101). Trois catégories de ressources y sont soulignées : 1- les *ressources en capital physique* (la technologie physique qu'exploite l'organisation, les usines et équipements, la localisation géographique, l'accès aux matières premières), 2- les *ressources en capital humain* (la formation, l'expérience, le discernement, l'intelligence, le relationnel, la perspicacité des managers et des membres de l'organisation), 3- les *ressources en capital organisationnel* (la structure hiérarchique formelle, les systèmes formels et informels de planification, de contrôle et de coordination, les relations informelles entre les membres de l'organisation et entre les membres de l'organisation avec d'autres organisations) (op. cit. p.101). Selon la perspective de Barney, ces ressources ne peuvent être considérées comme stratégiques ou clés, c'est-à-

dire sources de rentes économiques et d'avantages concurrentiels, potentiellement durables, que lorsqu'elles sont hétérogènes (spécifiques à l'organisation) et non mobiles (non cessibles, non échangeables). Plus précisément, elles doivent présenter quatre caractéristiques (Barney, 1991 p.105-111) : 1- être source de *valeur* (c'est-à-dire qu'elles permettent à l'organisation de concevoir et de mettre en œuvre des stratégies améliorant son efficacité et son efficacité) ; 2- être *rare*s (elles ne peuvent être possédées ou être accessibles aux concurrents) ; 3- être imparfaitement *imitables* (elles ne peuvent être imitées ou dupliquées car l'obtention desdites ressources dépend de conditions historiques uniques, la causalité entre l'exploitation desdites ressources et la réalisation de la valeur est ambiguë, la réalisation de la valeur en exploitant les ressources est socialement complexe) ; 4- être *non substituables* (elles ne peuvent être remplacées et ne doivent pas avoir d'équivalent sur le marché).

Une extension récente de la perspective de Barney et baptisée ERBV (*extended RBV*) a été développée par Lavie (2006) pour intégrer à l'analyse les ressources que partagent les réseaux et alliances d'organisations. On retiendra, selon cette approche étendue, que les ressources stratégiques ne sont pas exclusivement localisées à l'intérieur des frontières de l'organisation (Oberländer *et al.*, 2021 p.3). Cette position rejoint, dans une certaine mesure, la perspective relationnelle (Dyer & Singh, 1998), ou celle de la complémentarité externe du PFI.

Bien qu'intéressantes et instructives, les deux approches, comprendre celle de Penrose d'un côté *vs* celle de Barney de l'autre, n'obtiennent pas des supports empiriques identiques. La méta-analyse récente qu'effectuent Nason & Wiklund (2018) semble par exemple indiquer que l'approche de Penrose se traduit empiriquement par des niveaux plus élevés de réalisation de valeur. En conséquence, la suite de l'analyse dans cette partie du manuscrit s'appuiera principalement sur l'approche de Penrose qui souligne le caractère central de la polyvalence des ressources pour la réalisation de la valeur.

3.1.1.3 L'importance de la polyvalence des ressources en MSI

En MSI, les théories de la ressource sont souvent convoquées pour examiner différents phénomènes d'intérêt. Wade & Hulland (2004) soulignent par exemple qu'elles représentent un prisme théorique intéressant pour examiner la valeur des SIs, en particulier la relation SIs – performance (ex. Melville *et al.*, 2004). En s'appuyant sur une revue de la littérature existante, ils identifient huit principaux types de ressources et capacités SIs qu'ils regroupent en trois catégories : 1- Les *ressources et capacités SIs orientées vers l'intérieur*¹⁶⁶ de l'organisation. Elles sont déployées en réponse aux opportunités et aux exigences émanant de l'environnement et se focalisent sur le fonctionnement de l'organisation. Elles regroupent l'infrastructure SI, les compétences techniques SI, le développement SI (par ex. intégrer et développer l'usage de nouvelles technologies), la capacité à réaliser les opérations SIs à coûts supportables. 2- Les *ressources orientées vers l'extérieur*¹⁶⁷ de l'organisation. Elles permettent d'anticiper les évolutions dans l'environnement, de créer une relation durable avec les parties prenantes externes, de comprendre les concurrents. Elles regroupent les ressources SIs de gestion de la relation avec l'extérieur (entre la fonction SI, ou entre l'organisation, et les clients, les fournisseurs, les partenaires divers, etc.), et les ressources et capacités SIs de réactivité face au marché. 3- Les *ressources intégrant les deux précédentes*. Elles regroupent les ressources et capacités de gestion de la relation entre les SIs et les autres fonctions de l'organisation (permettant notamment un alignement interne), ainsi que les ressources et capacités de la planification et de la gestion du changement des SIs utilisés au sein de l'organisation.

Wade & Hulland (2004 p.111) ajoutent que plusieurs de ces ressources et capacités SIs (ex. certaines infrastructures SIs, les SIs de gestion de la relation, certaines compétences SIs, etc.) sont accessibles sur le marché ou sont copiables. Seules, elles correspondent donc à de faibles

¹⁶⁶ Inside-out

¹⁶⁷ Outside-in

sources de valeur pour l'organisation. En revanche, leur polyvalence pour fournir une variété de services potentiels, leur redéployabilité au besoin vers d'autres activités, et la manière de les utiliser, en combinaison avec les compléments externes, technologiques et innovatifs, sont source de valeur pour l'organisation. On retiendra alors ici que pour être sources de valeur, c'est-à-dire permettre à l'organisation de concrétiser la valeur, quelles que soient les formes de valeur, les ressources SIs doivent être polyvalentes.

Après avoir souligné l'importance des ressources polyvalentes et des compléments externes technologiques et innovatifs, nous examinons dans la suite comment leur combinaison permet de réaliser les changements de BM.

3.1.2 Les changements de Business Model

Chesbrough & Rosenbloom (2002 p.532) expliquent que tirer de la valeur de la technologie implique souvent de déployer un nouveau BM ou de réaliser des changements du BM actuel. Foss & Saebi (2017 p.201) soulignent aussi que le changement de BM est une source clé pour réaliser durablement de la valeur (économique). Selon plusieurs académiques, le déploiement du BM et les changements de BM représentent donc un paramètre médiateur entre l'usage de la technologie et la matérialisation de la valeur¹⁶⁸ (Baden-Fuller & Haefliger, 2013 ; Chesbrough & Rosenbloom, 2002 ; Foss & Saebi, 2017). Certains travaux (Paiola & Gebauer, 2020 ; Schiavone *et al.*, 2019 ; Tesh, 2019) soulignent aussi que la large diffusion actuelle de l'IoT fait des changements de BM un paramètre fondamental dans de nombreuses industries pour renouveler et maintenir durables l'adaptabilité des organisations aux évolutions du marché et de l'environnement, ainsi que le développement de l'avantage concurrentiel. Mais à quoi correspond le BM ? Nous en discutons dans la suite en présentant différentes perceptions du construit dans la littérature en management ainsi ses principales dimensions qu'identifient

¹⁶⁸ Comme on peut le constater, ces premières réflexions concernant le BM et la réalisation de la valeur de la technologie font référence à la perspective économique de la valeur. Cette perspective qui se focalise sur les rentes économiques et les performances mesurables est aussi celle qui est souvent considérée dans la littérature en MSI et en management en général sur le BM.

les académiques. Nous présentons ensuite le mécanisme du changement de BM et éclairons les changements de BM qu'entraîne l'usage de l'IoT. Enfin, nous attirons l'attention sur plusieurs inhibiteurs potentiels des changements de BM.

3.1.2.1 Plusieurs perceptions du Business Model dans la littérature

Le BM bénéficie d'une attention croissante dans la littérature en management ces dernières années. Il n'en reste pas moins un concept sans acception univoque. Plusieurs travaux récents (Bigelow & Barney, 2021 ; Massa *et al.*, 2017 ; Ritter & Lettl, 2018 ; Tesch, 2019) présentent par exemple plusieurs descriptions ou définitions du BM correspondant à des perceptions différentes mais souvent complémentaires du concept. Nous en mentionnons quelques-unes ci-dessous.

Représentation des activités. Le BM décrit les activités de l'organisation, la façon dont elles sont orchestrées, depuis l'achat de matières premières jusqu'à la fourniture du produit au client final (Chesbrough, 2007). Selon cette perception, le BM est constitué de deux parties : 1- les activités de l'organisation, c'est-à-dire les activités que l'organisation choisit de réaliser, quand les réalise-t-elle, comment les réalise-t-elle, qui (membres de l'organisation et partenaires externes) les réalise, les ressources et capacités mobilisées, et 2- les résultats découlant de ces activités, c'est-à-dire la valeur réalisée (Massa *et al.*, 2017).

La logique fondamentale. Le BM traduit la logique sous-jacente à l'organisation, c'est-à-dire créer et fournir de la valeur aux clients et capter en retour des revenus rémunérant les autres parties prenantes comme les salariés, les actionnaires, les partenaires, l'État (Teece, 2010, 2018b). Le BM correspond donc à un outil cognitif éclairant la compréhension des managers et des autres membres de l'organisation, éventuellement des partenaires, concernant le système d'activités de création de valeur (Massa *et al.*, 2017). Selon cette approche, les BMs correspondent à des « structures cognitives établissant des relations entre des concepts pour

éclairer la compréhension managériale de la conception des activités et des échanges reflétant des interdépendances critiques et des relations de création de valeur au sein des réseaux d'échanges des organisations » (Martins *et al.*, 2015 p.105).

Archétypes. Quel que soit le marché ou l'industrie, il existe quelques formes génériques de BM, mobilisables par les praticiens en les adaptant à leurs contextes pour explorer différentes idées pouvant ensuite être expérimentées et testées (Baden-Fuller & Haefliger, 2013 ; Bojovic *et al.*, 2018). Par exemple, Suppatvetch *et al.* (2019) identifient 9 formes de BM pouvant être déployées par des organisations routinisant l'IoT, dont les approches *razor and blade*¹⁶⁹, paiement à l'usage, abonnement, etc.

Représentation abstraite de l'organisation. Le BM peut être perçu comme la manière dont « l'entreprise s'organise – à travers sa structure, ses processus de contrôle, sa politique de rémunération – pour mettre en œuvre sa stratégie » (Bigelow & Barney, 2021 p.532). Selon cette approche, le BM correspond à une représentation abstraite de l'organisation dans sa globalité (Wirtz *et al.*, 2016 p.38). Autrement dit la manière dont elle combine sa stratégie, ses approches de monétisation, la mise en œuvre de la stratégie pour réaliser de la valeur (Bigelow & Barney, 2021). De manière cohérente, certains académiques (Foss & Saebi, 2015 p.13) notent que le changement du design organisationnel est un aspect essentiel des changements de BM, notamment les changements les plus radicaux.

Schéma conceptuel formel. Perception du BM la plus synthétique et la plus mobilisée dans la littérature en raison de son caractère visualisable et simple à appréhender (Foss & Saebi, 2018 ; Massa *et al.*, 2017 ; Tesch, 2019), le BM y est souvent représenté comme un ensemble de composantes interdépendantes, dynamiques, reflétant la logique fondamentale de l'organisation, et mettant en exergue la dynamique de ses activités (Demil & Lecocq, 2010 ; Osterwalder & Pigneur, 2010).

¹⁶⁹ L'entreprise cède par exemple à un tarif accessible le produit de base et propose ensuite les consommables à des tarifs plus élevés.

Outil d'alignement interne et externe. Selon cette perception, le BM est un outil permettant d'une part, la mise en œuvre de l'alignement interne en mettant en cohérence la stratégie et les processus opérationnels. Les composantes et les mécanismes sous-jacents au BM doivent aussi être alignés entre eux parce qu'ils sont interdépendants. D'autre part, le BM permet à l'organisation de s'adapter au marché et à l'environnement pour maintenir ou améliorer sa position concurrentielle. La mise en œuvre de changements de BM vise ici une adaptabilité évolutive aux changements dans l'environnement (Al-Debei & Avison, 2010).

Perceptions du BM	Exemples de définition
Représentation des activités	Le BM « remplit deux fonctions importantes : il crée de la valeur, et il capture une partie de cette valeur. La première fonction nécessite la définition d'une série d'activités (des matières premières au client final) qui aboutiront à un nouveau produit ou service, la valeur étant ajoutée tout au long des différentes activités. La deuxième fonction nécessite l'établissement d'une ressource, d'un actif ou d'une position unique au sein de cette série d'activités, pour laquelle l'entreprise bénéficie d'un avantage concurrentiel ». (Chesbrough, 2007 p.22)
	Le BM correspond « au système d'activités interconnectées réalisées par une entreprise (et souvent par des utilisateurs et partenaires) pour créer de la valeur, une partie de cette valeur étant captée par l'entreprise ». (Tidhar & Eisenhardt, 2020 p.1246)
Logique fondamentale	Le BM « articule la logique et fournit des données et autres preuves qui démontrent comment une entreprise crée et fournit de la valeur aux clients. Il décrit également l'architecture des revenus, des coûts et des bénéfices associés à l'entreprise qui fournit cette valeur ». (Teece, 2010 p.173)
Achétypes	L'expérimentation en matière de mise en place du BM correspond au « processus d'élaboration et de vérification délibérée et ciblée d'hypothèses sur le BM, ou sur un ou plusieurs de ses composants, dans un environnement contrôlé ou réel ». (Bojovic <i>et al.</i> , 2018 p.143)
Représentation abstraite de l'organisation	Le BM est une « représentation abstraite d'une organisation, qu'elle soit conceptuelle, textuelle et/ou graphique, de tous les principaux arrangements architecturaux, coopératifs et financiers interdépendants conçus et développés par une organisation actuellement et à l'avenir, ainsi que de tous les principaux produits et/ou services que l'organisation offre, ou offrira, sur la base de ces arrangements qui sont nécessaires pour atteindre ses buts et objectifs stratégiques ». (Al-Debei & Avison, 2010 p.372)
	Le BM « peut signifier la façon dont une entreprise combine sa stratégie, ses plans de monétisation et son approche de la mise en œuvre de la stratégie de manière à générer et à s'approprier des profits économiques ». (Bigelow & Barney, 2020 p.533)
Schéma conceptuel formel	Le BM correspond à « la description de l'articulation entre les différents composants ou « blocs constitutifs » du BM pour produire une proposition qui peut générer de la valeur pour les consommateurs et donc pour l'organisation ». (Demil & Lecocq 2010 p.227)
	Le BM « est un outil conceptuel contenant un ensemble d'objets, de concepts et leurs relations dans le but d'exprimer la logique commerciale d'une entreprise spécifique. Par conséquent, nous devons examiner quels concepts et quelles relations permettent une description et une représentation simplifiées de la valeur fournie aux clients, de la manière dont cela est fait et avec quelles conséquences financières ». (Osterwalder <i>et al.</i> , 2005 p.5)
Outil d'alignement	Le BM peut être mobilisé « comme un outil conceptuel d'alignement, un construit médiateur entre la technologie et la réalisation des objectifs et autres valeurs » (Al-Debei & Avison, 2010 p.365)

(Suite)

Valorisation de la technologie	« Le choix du BM permet de capter la valeur latente de la technologie et de la commercialiser en choisissant les bonnes combinaisons de proposition de valeur, de segment de marché, de structure de coûts, de modèle de revenus et de réseau de valeur. » (Foss & Saebi, 2018 p.18) « ... les organisations ont besoin de comprendre le rôle cognitif du BM pour commercialiser la technologie de manière à tirer de la valeur de leurs investissements technologiques ... » (Chesbrough & Rosenbloom, 2002 p.532)
--------------------------------	--

Tableau 3.1 : Quelques perceptions du Business Model dans la littérature

Valorisation de la technologie. Suivant cette approche, le BM est le vecteur du profit que tire l'organisation de l'innovation technologique. Le BM permet de commercialiser l'innovation par exemple. Il permet aussi de l'intégrer et de la combiner avec les ressources et les compétences mobilisables (Chesbrough & Rosenbloom, 2002 ; Steininger, 2019 ; Teece, 2018a,b). « Le choix du BM influence la manière dont la technologie est monétisée » suggèrent notamment Baden-Fuller & Haefliger (2013 p.424).

Cette variété de perceptions, récapitulée dans le Tableau 3.1 avec quelques définitions illustratives, entraîne plusieurs conceptualisations du BM (ex. Al-Debei & Avison, 2010 ; Demil & Lecocq, 2010 ; Hedman & Kalling, 2003 ; Mahadevan, 2000 ; Osterwalder & Pigneur, 2010 ; Ritter & Lettl, 2018 ; Wirtz *et al.*, 2016). Chacune présente plusieurs dimensions et composantes pour le construit. Certaines soulignent son caractère dynamique, les composantes étant mues par des mécaniques et processus intra et inter composantes (Demil & Lecocq, 2010).

3.1.2.2 Plusieurs dimensions du Business Model

Si les académiques ne s'accordent pas sur la perception qu'ils ont du BM, et donc pas sur sa conceptualisation, la plupart de leurs analyses peuvent néanmoins être rapprochées pour identifier trois principales dimensions comme le soulignent plusieurs travaux (Foss & Saebi, 2018 ; Teece, 2010, 2018b) : 1- la *création de valeur*, 2- la *fourniture de la valeur*, 3- la *capture de la valeur*.

Création de valeur. Elle reflète les moyens et les mécanismes pouvant être mis en œuvre par l'organisation pour générer de la valeur pour elle-même, mais aussi pour ses parties prenantes

(Chesbrough *et al.*, 2018 p.933 ; Rai & Tang, 2014 p.7). La littérature (Amit & Zott, 2001 p.503) évoque par exemple le terme de valeur totale, c'est-à-dire la somme des valeurs que chaque partie prenante (client, fournisseur, actionnaires, état, etc.) peut éventuellement s'approprier. À partir de leur étude, Amit & Zott (2001) identifient quatre sources¹⁷⁰ pour la création de valeur : 1- La *nouveauté*. Elle correspond pour l'organisation à de nouvelles manières d'opérer, de conduire ses activités. Cela peut se traduire par exemple par la mise en place de nouvelles approches de transaction, l'établissement de relations avec de nouvelles parties prenantes, l'évolution des relations avec les parties prenantes actuelles (Amit & Zott, 2001 ; Rai & Tang, 2014). De tels changements sont source de valeur pour l'organisation et ses parties prenantes. La routinisation de l'IoT peut ouvrir pour l'organisation l'opportunité de réaliser de la valeur via une telle source. L'étude de Fridgen *et al.* (2016 p.538) montre par exemple que l'usage du *smart metering*¹⁷¹ entraîne pour les fournisseurs d'énergie le déploiement d'une nouvelle approche où les clients sont incités à reporter leur consommation d'électricité sur des moments où l'énergie coûte moins. Cela aboutit pour eux comme pour l'organisation (le fournisseur d'énergie) à la réalisation d'économies. 2- L'*efficience*. La réalisation de la valeur résulte de la minimisation des coûts rendue possible, entre autres, par la réduction des coûts de transaction, la rationalisation des processus et de la coordination des activités, l'amélioration de la qualité de l'information, etc. (Amit & Zott, 2001 ; Rai & Tang, 2014). L'usage de l'IoT permet de concrétiser ce type de bénéfices comme souligné plus haut¹⁷² et par plusieurs travaux. Par exemple, les travaux de Cao *et al.* (2014) et de Østerlie & Monteiro (2020) montrent que l'usage de l'IoT permet de rationaliser les processus. De même, Wei *et al.* (2015) comme Velsberg *et al.* (2020) soulignent que l'IoT permet de minimiser les coûts de coordination. 3- La *complémentarité*. Elle renvoie aussi à des analyses

¹⁷⁰ Tout facteur pouvant accroître la valeur totale créée (Amit & Zott, 2001 p.494).

¹⁷¹ Télé-mesure, télérelève

¹⁷² Voir la discussion sur les reconfigurations et les changements de processus p.108-127 du manuscrit

effectuées précédemment¹⁷³. Amit & Zott (2001 p.504) ajoutent néanmoins que la complémentarité peut concerner les inputs (ex. les ressources exploitées) comme les outputs (ex. les produits commercialisés). Nos analyses précédentes concernent la complémentarité des inputs, les ressources. En revanche pour les outputs, on parle de complémentarité entre deux produits A et B lorsque les clients valorisent davantage le produit A quand il est proposé avec le produit B que lorsqu'il est proposé seul. 4- *Le lock-in*. L'organisation met en place des approches visant à dissuader les clients et/ou les autres parties prenantes de rompre la collaboration avec elle au bénéfice de concurrents (Amit & Zott, 2001).

Parmi ces quatre sources potentielles de la création de valeur, non orthogonales, et non mutuellement exclusives (Zott & Amit, 2007), certains travaux précédents (ex. Rai & Tang, 2014) sur le BM en convoquent trois : la nouveauté, l'efficacité, et la complémentarité. Pour les besoins de notre étude, nous nous appuyons sur les trois mêmes. À cet effet, une nouvelle manière de conduire les activités (la nouveauté) correspond aux changements organisationnels et/ou de processus discutés dans la première partie du travail. L'efficacité renvoie aussi aux changements de processus et aux performances opérationnelles qui peuvent en découler. La complémentarité souligne à nouveau l'importance des compléments externes. On retiendra donc que pour créer de la valeur, pour elle comme pour ses parties prenantes, l'organisation combine ses ressources et compétences polyvalentes avec des compléments fournis par des tiers. De la combinaison orchestrée entre les ressources et les compléments résulte par exemple le déploiement des changements de processus, les améliorations de l'efficacité du système d'activités, mais aussi le développement, l'amélioration ou le changement de l'offre à présenter aux clients, suivant différentes approches que nous examinons ci-dessous.

La proposition et la fourniture de la valeur. Dimension centrale du BM, elle représente l'offre – produit et/ou service – proposée aux clients, et la manière (approches de commercialisation

¹⁷³ Voir p.142-151

et d'interfaçage) dont elle est présentée aux clients (Haaker *et al.*, 2021 ; Osterwalder *et al.*, 2005). Plusieurs approches de proposition et fourniture de la valeur peuvent être distinguées. Payne *et al.* (2017) en soulignent par exemple trois. 1- La proposition *principalement déterminée par le fournisseur*. Elle met l'accent sur la valeur échangée, fournie. Elle s'appuie sur trois phases : choisir la proposition de valeur, la fournir, et la communiquer. Selon cette approche, la proposition de valeur correspond à la manière dont l'organisation propose de fournir aux clients une valeur supérieure et différenciée de celles des concurrents. 2- La proposition *transitionnelle*. Elle met un accent particulier sur la valeur d'usage, les caractéristiques et les aspects valorisés par les clients, l'expérience client. Cette approche implique une meilleure compréhension des usages et des expériences des clients. 3- La proposition *mutuellement déterminée ou co-construite* avec les clients. Comme la précédente approche, elle met l'accent sur la valeur d'usage, à la différence que sa mise en place est bidirectionnelle, quand les deux autres approches sont unidirectionnelles, c'est-à-dire conçues par le fournisseur. Selon Payne *et al.* (2017), cette troisième approche est souvent utilisée dans les contextes B-to-B et propose des bénéfices pour l'utilisateur avant, pendant, et après usage.

En prenant en considération ces différentes approches, Payne *et al.* (2017, 2020) définissent la proposition de valeur comme un outil stratégique facilitant la communication de la capacité de l'organisation à partager des ressources (par ex. dans la co-construction de la valeur) et à fournir une valeur supérieure aux clients qu'elle a ciblés. Ils mobilisent aussi le prisme théorique des ressources sur lequel ils s'appuient pour présenter les ressources de l'organisation comme des antécédents¹⁷⁴ sous-jacents à la mise en place de la proposition de valeur. Pour les besoins de notre analyse, nous retiendrons simplement que la proposition et la

¹⁷⁴ Payne *et al.* (2020) présentent deux antécédents à la proposition de valeur : 1- des ressources de l'organisation (le support de la direction de l'organisation, la structure formelle pour la mise en place de la proposition de valeur, la connaissance produit) ; 2- des ressources relatives aux activités marketing (connaissance du marché, innovation, relation client, réputation de la marque).

fourniture de valeur reflètent la valeur que l'organisation entend fournir aux clients, autrement dit son offre de produits et/ou services et la manière de la présenter, qu'elle soit co-construite ou non. Le développement de cette offre s'appuie bien évidemment sur les ressources de l'organisation en combinaison avec les compléments externes. Ces ressources sont polyvalentes et permettent à l'organisation de faire évoluer ou de remodeler sa proposition de valeur, par exemple pour s'adapter à des évolutions sur le marché.

La capture de la valeur. Elle renvoie à l'appropriation de la valeur (voir Chesbrough *et al.*, 2018 ; Rai & Tang, 2014 ; Teece, 1986) et se traduit souvent par les approches ou les modèles de revenus (Teece, 2010) que déploie l'organisation. Tidhard & Eisenhardt (2020 p.1246) notent par exemple que les modèles de revenus sont les moyens par lesquels les organisations capturent de la valeur, le modèle de revenu constituant « l'approche de monétisation par laquelle l'organisation réalise les ventes de ses produits ». Trois principaux modèles de revenus sont souvent discutés dans la littérature selon Tidhard & Eisenhardt (2020 p.1249). 1- Le modèle de la *publicité*, où le produit est gracieusement mis à la disposition des utilisateurs, les revenus provenant d'annonceurs payant pour diffuser des contenus publicitaires à l'occasion de la consommation du produit par les utilisateurs. 2- Le modèle *payant*, où le client paie pour obtenir le produit. 3- Le modèle *freemium*, qui combine deux produits, le premier étant gratuit, le second, plus élaboré et proposant une meilleure expérience utilisateur, mais payant. À noter qu'au-delà de l'aspect revenus, la littérature inclut parfois aussi les aspects coûts de l'activité dans la dimension capture de la valeur. Partant, la capture de valeur fait la balance entre les coûts de l'activité et les revenus qu'elle génère (Osterwalder *et al.*, 2020).

Les différentes dimensions présentées dans cette section structurent souvent le déploiement du BM : il s'agit par exemple de décider de la proposition de valeur à fournir aux clients, des

ressources et compétences à exploiter pour créer et capter de la valeur, des fournisseurs de compléments à solliciter pour créer et fournir de la valeur (Ehret & Wirtz, 2017).

3.1.2.3 Le mécanisme du changement de Business Model

Les changements de BM correspondent à des « changements construits, nouveaux, non triviaux des composantes¹⁷⁵ du Business Model de l'organisation et/ou de l'architecture reliant ces éléments » (Foss & Saebi, 2017 p.201). Mais plus simplement, on peut parler de changements de BM lorsque l'organisation modifie ou améliore l'une des dimensions du BM mentionnées précédemment (Abdelkafi *et al.*, 2013 ; Paiola & Gebauer, 2020 ; Ritter & Lettl, 2018). Les changements de BM sont souvent initiés en réponse à des discontinuités et des disruptions importantes et imprévisibles en cours dans l'environnement, ou pour faire face à la progression de la pression concurrentielle ou à un changement dans la structure de la concurrence, ou encore pour tirer profit d'opportunités nouvelles qu'offrent des technologies digitales spécifiques (Foss & Saebi, 2017 p.211-212). Par exemple, l'émergence de l'IoT incite les organisations établies à mettre en place des changements pour faire évoluer les processus sur lesquels elles s'appuient pour créer, fournir et capter de la valeur (Paiola & Gebauer, 2020 ; Tesch, 2019). Ainsi, de manière délibérée ou pour contrer la menace de nouveaux entrants, comme les startups mettant en œuvre de nouvelles formes de BM pouvant disrupter les conditions de marché, les organisations peuvent initier des changements de leurs systèmes d'activités (Tidhar & Eisenhardt, 2020) en optimisant leurs processus pour renforcer leur efficacité globale, et améliorer la qualité de leurs offres de produits et/ou services.

Cependant, le changement de BM est rarement immédiat et linéaire. Pour les organisations établies, il résulte souvent d'améliorations progressives (Demil & Lecocq, 2010) mises en place, parfois, par expérimentation. Teece (2010) suggère à cet effet qu'expérimentation, apprentissage, flexibilité, et ajustement font partie du processus aboutissant au déploiement

¹⁷⁵ Voir la perception du BM comme un schéma conceptuel formel p.189 du manuscrit.

d'un BM. En effet, l'organisation réussit rarement à articuler et à rationaliser le BM de manière optimale dès le premier essai (voir l'exemple que décrivent Le *et al.*, 2019 p.29). D'autres travaux (Sosna *et al.*, 2010) confirment en observant que le changement de BM comporte une part de tâtonnement¹⁷⁶. Bojovic *et al.* (2018) suggèrent aussi que la conception et la mise en place du BM comportent plusieurs microprocessus (ex. estimation du potentiel du marché, étude de l'environnement, test d'hypothèses et explorations de scénarios, etc.). La réalisation de plusieurs de ces microprocessus combine souvent les ressources polyvalentes de l'organisation avec les compléments fournis par les tiers.

Combinaison orchestrée entre ressources polyvalentes et ressources complémentaires

Globalement, pour effectuer avec succès le changement du BM actuel, ou pour déployer un nouveau BM, l'organisation combine souvent ses propres ressources avec les ressources complémentaires auxquelles elle peut accéder chez les tiers fournisseurs de compléments. En termes de ressources propres, il s'agit surtout de ressources polyvalentes. Comme l'explique Penrose, ce type de ressources peut être redéployé pour rendre d'autres services, répondre à de nouveaux besoins, expérimenter de nouvelles manières de les utiliser, etc. Une telle polyvalence est notamment indispensable pour s'appuyer sur la nouveauté comme source de la valeur comme discuté en p.192. La redéployabilité, la polyvalence, sont donc des caractéristiques essentielles des ressources propres sur lesquelles peut s'appuyer l'organisation pour réaliser le changement de BM en lien avec les antécédents que soulignent Foss & Saebi (2017 p.211-212). Pour les compléments externes, s'il en existe de plusieurs types et classes, les compléments technologiques et innovationnels semblent particulièrement indispensables pour les changements de BM qu'entraîne la routinisation de l'IoT. Ces types de compléments fournis par des tiers sont exploités en combinaison avec les ressources propres polyvalentes pour permettre à l'organisation de matérialiser les changements.

¹⁷⁶ Trial and error

Reprenons l'exemple de l'étude de Fridgen *et al.* (2016) sur l'usage du *smart metering* par les fournisseurs d'énergie. Dans cet exemple où les opérateurs d'électricité développent et fournissent à leurs clients une nouvelle offre (ici le report de la consommation assorti d'économies et d'autres incitations), il y a un redéploiement de ressources polyvalentes. Ces organisations redéploient notamment tout ou partie de leurs infrastructures et personnels TIs (Wade & Hulland, 2004) vers le développement et la fourniture de la nouvelle offre. Elles orchestrent ces ressources et les combinent avec des compléments technologiques et innovationnels externes pour le stockage et l'exploitation en temps réel des données que renvoient les capteurs déployés chez les clients, en lien avec les données reçues du marché¹⁷⁷ concernant les prix de l'électricité, afin d'identifier les moments pertinents de décalage de la consommation.

On retiendra donc que le mécanisme à l'œuvre et permettant de matérialiser les changements de BM qu'entraîne l'IoT combine entre les ressources polyvalentes de l'organisation avec les compléments externes, surtout technologiques et innovationnels. Teece *et al.* (1997 p.516) notent en cohérence que la combinaison entre les ressources clés (ici les ressources polyvalentes) et les compléments appropriés permet d'améliorer la valeur pour l'organisation. Il y a néanmoins plusieurs manières d'orchestrer ce mécanisme. Nous les présentons dans la suite en nous appuyant sur la littérature (Demil & Lecocq, 2010 ; Foss & Saebi, 2017, 2018 ; Penrose, 2009 ; Taran *et al.*, 2015).

Plusieurs formes de l'orchestration de la combinaison des ressources et compléments

En prenant en compte les deux formes d'incitation qu'identifie Penrose (2009) pour le redéploiement des ressources polyvalentes, et la contribution de Demil & Lecocq (2010), on peut distinguer deux premières formes de l'orchestration du mécanisme de combinaison des

¹⁷⁷ Dans leur étude, Fridgen *et al.* (2016) s'appuient sur le marché spot qui correspond à un marché boursier où sont établis les prix de l'électricité. Sur le marché spot, les transactions portent sur des blocs journaliers (livraison pour le lendemain), des blocs de plusieurs heures, des blocs horaires ou demi-horaires. La livraison pour ces blocs est fixée au jour même.

ressources polyvalentes avec les compléments externes : 1- *L'orchestration émergente ou externe*. La combinaison des ressources et des compléments est mise en œuvre pour s'adapter aux changements dans l'environnement. 2- *L'orchestration volontaire ou interne*. La combinaison est initiée pour tirer davantage de valeur de services productifs, de ressources, de connaissances spécifiques faiblement exploités (Penrose, 2009). Elle peut aussi découler de choix managériaux délibérés pour concevoir une nouvelle proposition de valeur, ou diversifier les sources de revenus. Elle s'appuie entre autres sur les répertoires de connaissances des décisionnaires, leurs caractères psychologiques et émotionnels, leur volonté (Foss & Saebi, 2015 ; Sosna *et al.*, 2010). Comme le soulignent Demil & Lecocq (2010 p.239-240), l'orchestration émergente et l'orchestration volontaire peuvent être interdépendantes ou être alternées pour réaliser les changements du BM.

Dans une approche distincte, d'autres travaux (Foss & Saebi, 2017, 2018 ; Taran *et al.*, 2015) analysent les changements de BM suivant deux dimensions : l'ampleur de la nouveauté¹⁷⁸ et l'ampleur de la complexité. L'ampleur de la nouveauté s'évalue à l'échelle de l'organisation et de l'industrie. Le BM résultant du changement réalisé peut être nouveau à l'échelle de l'organisation, mais existant déjà au sein de l'industrie (déployé par un concurrent établi ou un nouvel entrant). Toutefois, il peut aussi être nouveau à l'échelle de l'industrie. L'ampleur de la complexité s'évalue en revanche en tenant compte de la multiplicité des composantes du BM pouvant être concernées par le changement. Plus élevé est le nombre de composantes du BM concernées par les changements mis en œuvre, plus complexe est le changement. En combinant les deux dimensions, Foss & Saebi (2017) proposent une typologie de quatre formes du mécanisme de changement du BM : 1- *L'orchestration évolutionniste*. La combinaison des ressources polyvalentes et des compléments externes conduit au changement

¹⁷⁸ Cette dimension renvoie dans une certaine mesure à la nouveauté en tant que source de valeur dont nous faisons mention p.192 en nous référant à Amit & Zott (2001). La nouveauté, en termes de changements de BM, correspond en effet à déployer de nouvelles manières pour réaliser les activités de l'organisation.

d'une seule composante du BM. Elle est sous-jacente au changement incrémental continu, la forme de changement la plus souvent observée (Demil & Lecocq, 2010). Elle est naturellement mise en œuvre dans le temps (Foss & Saebi, 2017). 2- *L'orchestration adaptative*. La combinaison des ressources et des compléments conduit à des changements concernant plusieurs ou toutes les composantes du BM. Il en résulte un BM nouveau pour l'organisation, mais pas forcément nouveau dans l'industrie. 3- *L'orchestration focalisée*. Le mécanisme de combinaison conduit à la disruption d'une seule composante du BM. La nouveauté radicale introduite au niveau de cette composante n'a encore jamais été déployée au sein de l'industrie. 4- *L'orchestration complexe*. La mise en œuvre du mécanisme aboutit à une disruption de toutes les composantes du BM.

Pour matérialiser les changements de business model, plusieurs déclinaisons ou formes de la combinaison entre les ressources polyvalentes et les compléments externes peuvent ainsi être appelées. De même, les trois dimensions du BM étant interdépendantes, mettre en place des changements au niveau de l'une d'elles implique souvent aussi d'effectuer des changements au niveau des autres pour maintenir un alignement interne. Dans la suite, nous examinons les changements potentiels que documente la littérature empirique sur l'IoT concernant chaque dimension du BM.

3.1.2.4 Les changements de Business Model qu'entraîne l'IoT

Pour l'instant, la littérature propose encore peu de travaux empiriques s'appuyant sur le BM et les changements de BM comme unité d'analyse pour étudier les impacts et la valeur de l'IoT (Haaker *et al.*, 2021 ; Leminen *et al.*, 2020 ; Paiola *et al.*, 2020 ; Suppatvech *et al.*, 2019). Dans cette section, nous nous fondons donc sur les enseignements que proposent les quelques travaux disponibles dans la littérature de référence pour présenter les principaux changements de BM que réalisent les organisations qui routinisent l'IoT. À noter que si ces quelques travaux documentent les changements de BM, ils ne disent rien des mécanismes

causaux à l'origine des changements qu'ils renseignent. Néanmoins, certains travaux (ex. Suppatvetch *et al.*, 2019) notent que les organisations routinisant l'IoT effectuent des changements de nature adaptative. En tenant compte la discussion ci-dessus, la remarque de Suppatvetch *et al.* (2019) indique qu'il y a probablement à l'œuvre une orchestration adaptative de la combinaison entre les ressources polyvalentes et les compléments externes. En effet, si toutes les dimensions et les composantes du BM peuvent être sujettes à des changements, ces changements sont souvent peu disruptifs.

De manière générale, la littérature empirique n'est pas univoque à propos des composantes du BM où sont le plus souvent matérialisés les changements qu'entraîne l'IoT. Néanmoins, en s'appuyant sur les dimensions, il est possible de rapprocher leurs observations (voir Tableau 3.2). Nous présentons donc les changements que renseigne la littérature en nous appuyant sur les trois dimensions du BM.

Exemples de travaux	Cadre d'analyse mobilisé	Contexte empirique	Les principales observations mentionnées concernant le BM et les changements du BM qu'entraîne l'IoT
Abbate <i>et al.</i> (2019)	BM Canvas	Smart city	L'usage de l'IoT conduit à des changements principalement au niveau de la création de valeur.
Arnold <i>et al.</i> (2016)	BM Canvas	Entreprises industrielles	Les priorités de changements pour réaliser de la valeur dans le cadre de l'usage de l'IoT concernent les trois dimensions du BM. Cependant, les priorités varient selon la nature de l'industrie. Les équipementiers automobiles se focalisent par exemple sur la capture de la valeur. En revanche, l'industrie de l'ingénierie électrique se focalise sur la création de valeur.
Dijkman <i>et al.</i> (2015)	BM Canvas	Varié	Dans le cadre de l'usage de l'IoT, les priorités de changements du BM concernent la création de valeur, et la proposition et la fourniture de la valeur.
Haaker <i>et al.</i> (2021)	Quatre dimensions du BM	Startups	Quatre guidelines sont suggérés pour la mise en place de BM dans le cadre de l'usage de l'IoT : 1- une proposition de valeur axée sur la performance (outcome-based) et non le produit/service ; 2- une fourniture de valeur axée sur l'efficacité et la customisation ; 3- une capture de valeur axée sur le paiement à l'usage ; 4- une création de valeur incluant la collaboration avec des partenaires et fournisseurs d'infrastructures IT.
Kiel <i>et al.</i> (2017)	BM Canvas	Entreprises industrielles	La proposition et la fourniture de la valeur, ainsi que la création de valeur représentent les priorités de changement du BM pour réaliser de la valeur dans le cadre de l'usage de l'IoT. À noter une interdépendance entre les changements au niveau des différentes dimensions.
Laudien & Daxböck (2016)	Trois dimensions du BM	Entreprises industrielles	Trois formes de BM résultent des changements découlant de l'usage de l'IoT : 1- l'adoption de la technologie (seule la dimension création de valeur est essentiellement reconfigurée), 2- la différenciation virtuelle (en plus de la création de valeur, la proposition de valeur est changée avec l'arrimage de produits et/ou services fournis par des partenaires), 3- l'IoT intégral (avec des changements au niveau des trois dimensions du BM).

(Suite)

Le <i>et al.</i> (2019)	BM Canvas	Immobilier	L'usage de l'IoT conduit à des changements au niveau de la proposition et la fourniture de la valeur pour individualiser les contacts clients et l'offre. En revanche, la création de valeur est considérée comme la principale source de faiblesse du BM multifaces mis en place.
Leminen <i>et al.</i> (2018)	Non communiqué	Varié	L'usage de l'IoT conduit à quatre types de BM : 1- efficacité de la chaîne de valeur (réduction de coûts et optimisation des processus) ; 2- collaboration au sein de l'industrie (développement de solution en collaboration avec d'autres parties prenantes de l'industrie) ; 3- marché horizontal (approche de production collaborative ou Collaborative Commons) ; 4- plateforme (un acteur pivot distribue la production d'autres acteurs via une plateforme qu'il met en place). L'étude identifie trois approches d'émergence des BMs dans le contexte de l'usage de l'IoT : 1- l'ouverture de l'écosystème à la collaboration au sein de l'industrie ; 2- la réplique d'une solution à travers la collaboration ; 3- le retour à un écosystème fermé à la maturité de la technologie.
Metallo <i>et al.</i> (2018)	BM Canvas	Fournisseurs de technologies	Dans le cadre de l'usage de l'IoT, la dimension création de valeur se révèle la plus critique en termes de changements pour réaliser de la valeur.
Paiola <i>et al.</i> (2020)	Quatre dimensions du BM	Entreprises industrielles	L'usage de l'IoT permet de changer la proposition de valeur, via notamment la servicisation. Trois types de BM axés sur la servicisation sont identifiés : 1- servicisation orientée produits (se focaliser sur le produit tout au long de son cycle de vie) ; 2- servicisation orientée processus (fourniture de valeur supplémentaire aux utilisateurs dont on améliore le bénéfice tiré de l'usage des produits) ; 3- servicisation orientée performance (outcome-based ; se focaliser sur des critères de performance pertinents pour le client).
Tesch <i>et al.</i> (2017)	Stage-gate System	Entreprises industrielles	Dans le cadre de l'usage de l'IoT, les changements du BM sont mis en place pour acquérir, développer des ressources et capacités nouvelles pouvant constituer un avantage concurrentiel durable. Ces changements du BM se mettent en place suivant plusieurs phases (stages) délimitées par deux marqueurs décisionnels (gates) : 1- la décision relative au financement, 2- la décision relative au déploiement du nouveau BM. Au sein de chaque phase, l'approche est de nature itérative avec plusieurs décisions préliminaires prises en continu, par exemple à propos de la dimension création de valeur, etc.

Tableau 3.2 : Quelques enseignements de la littérature empirique¹⁷⁹ sur le déploiement et les changements de BM qu'entraîne l'IoT

Les changements de la création de valeur. Les changements réalisables au niveau de cette dimension du BM peuvent concerner l'intégration de ressources et compétences nouvelles (capteurs, outils d'analyse de données, ressources humaines, etc.) pour améliorer l'exploitation des ressources de l'organisation (Kiel *et al.*, 2017 ; Laudien & Daxböck, 2016 ; Metallo *et al.*, 2018). Les changements de la dimension création de valeur peuvent aussi concerner le déploiement de nouveaux processus opérationnels entraînant ensuite une amélioration de l'efficacité de l'exploitation des ressources et compétences (Amit & Zott, 2001 ; Rai & Tang, 2014). Ces dernières sont en effet rarement exploitées de manière optimale eu égard à leur indivisibilité (Demil & Lecocq, 2010 ; Penrose, 2009). L'analyse des

¹⁷⁹ Le tableau 3.2 présente des enseignements ressortant d'une sélection de travaux empiriques publiés dans des revues de référence. Tous ces travaux convoquent le Business Model comme unité d'analyse des impacts de l'IoT sur l'organisation.

données que transmettent les capteurs embarqués permettent par exemple de déceler des points d'inefficience des processus et de l'exploitation des ressources (polyvalentes) de l'organisation.

Les changements de la proposition et de la fourniture de valeur. Elle est la dimension dont les changements sont le plus souvent documentés dans la littérature. Les changements réalisables concernent souvent l'amélioration de la valeur d'usage pour les clients (Ehret & Wirtz, 2017). Cela peut passer par le couplage de l'offre de l'organisation avec des offres de biens et/ou services complémentaires (les outputs complémentaires que mentionnent Amit & Zott, 2001) fournis par des tiers partenaires. C'est le cas par exemple lorsqu'un fournisseur d'accès internet haut débit fixe inclut l'assistant virtuel Alexa et le service de vidéo à la demande Netflix dans une nouvelle offre proposée à son marché B-to-C. Les changements de la proposition de valeur peuvent aussi prendre la forme de la servicisation. Suivant cette approche, l'offre classique de biens fournie par l'organisation peut être complétée ou parfois être remplacée par un ensemble de services proposés aux clients. La littérature distingue plusieurs types principaux de servicisation (Frank *et al.*, 2019) : 1- L'offre de *services additionnels*. Elle n'influence pas fondamentalement les fonctionnalités classiques du bien fourni par l'organisation, ni ses usages par les clients. Rymaszewska *et al.* (2017 p.99-100) illustrent une telle approche avec le cas d'un fournisseur d'équipements industriels qui propose à ses clients un contrat de performance en sus de l'acquisition des équipements. Le contrat de performance proposé aux clients inclut un service de maintenance prévisionnelle, un support pour l'utilisation optimisée des équipements, en s'appuyant sur les données collectées par les capteurs embarqués dans les équipements. 2- L'offre de *services adaptés ou customisés*. Elle tient compte des usages particuliers des produits par les clients. Cette deuxième forme de servicisation implique souvent une modification, une extension des fonctionnalités du produit pour correspondre aux besoins particuliers des utilisateurs et

clients. Les données d'usage des produits chez les clients sont généralement indispensables pour proposer une telle customisation (Paiola & Gebauer, 2020). 3- La *substitution* de l'offre classique. L'organisation remplace sa proposition de valeur classique fondée sur la fourniture de biens par une nouvelle proposition de valeur exclusivement constituée de services. Un fournisseur d'équipements industriels embarquant des capteurs natifs peut par exemple proposer des contrats de non-propriété à ses clients industriels. Ces derniers n'achètent alors que la disponibilité continue des équipements pour réaliser leurs activités de production et remplir leurs objectifs opérationnels, de lead time, etc. Le fournisseur, grâce aux données transmises par les équipements s'assure de leur fonctionnement sans interruption non planifiée (Ehret & Wirtz, 2017 ; Schroeder *et al.*, 2019 ; Suppatvech *et al.*, 2019). La non-propriété des équipements permet en outre au client industriel de transférer en amont sur l'équipementier, dans une certaine mesure, les incertitudes du marché aval (contraction de la demande, apparition de nouvelles tendances de consommation, etc.).

Les changements de la capture de la valeur. Les changements qu'entraîne l'IoT concernant cette dimension du BM semblent peu documentés dans la littérature empirique. Par exemple, certains travaux (Abbate *et al.*, 2019 ; Arnold *et al.*, 2016 ; Kiel *et al.*, 2017 ; Metallo *et al.*, 2018) observent que les approches de revenus ou de monétisation sont faiblement considérées en termes de changements résultant de l'usage de l'IoT. De même, l'étude empirique de Laudien & Daxbock (2016) ne souligne pas de changements importants au niveau des approches de revenus. Pourtant, la capture de la valeur, de manière interdépendante avec les deux précédentes dimensions, est tout aussi sujette à des évolutions dans le cadre de l'usage de l'IoT. La littérature empirique en MSI s'en fait notamment l'écho. Wessel *et al.* (2021) observent par exemple dans le cas d'un fournisseur d'équipements industriels que l'usage de l'IoT conduit l'organisation à passer d'une approche de facturation unique à l'acte de vente à une approche de facturation à l'usage, ou à une approche d'abonnement. Plusieurs autres

travaux empiriques en MSI (Aloysius *et al.*, 2013 ; Velsberg *et al.*, 2020 ; Venkatesh *et al.*, 2017) notent aussi que l'usage de l'IoT entraîne des changements concernant les approches de monétisation et de facturation. La capture de la valeur est donc une dimension importante dont il faut tenir compte en analysant les changements de BM qui découlent de la routinisation de l'IoT.

Si l'usage de la technologie permet aux organisations de concrétiser plusieurs changements de BM, plusieurs inhibiteurs peuvent aussi entraver la matérialisation de ces changements. Nous en discutons ci-dessous.

3.1.2.5 Les potentiels inhibiteurs des changements de Business Model

Les opportunités de changements de BM qu'ouvre l'IoT pour les organisations peuvent être contrebalancées par plusieurs challenges (Paiola & Gebauer, 2020 p.256). Ces facteurs de difficulté peuvent découler 1- de la relation avec les fournisseurs de compléments, 2- de l'environnement, 3- des clients, ou 4- de l'organisation elle-même (Birkel & Hartmann, 2019 ; Paiola & Gebauer, 2020)

La relation avec les fournisseurs de compléments. Comme déjà souligné plus haut, générer de la valeur de la technologie requiert de collaborer avec plusieurs fournisseurs de compléments. Plusieurs travaux (Helfat & Raubitschek, 2018 ; Teece, 2018a) soulignent alors l'importance de la coordination des relations avec ces parties prenantes indispensables. Tirer de la valeur de l'IoT implique d'accéder aux données que transmettent les capteurs déployés, de les stocker sur des infrastructures parfois mises à disposition par des fournisseurs de compléments, de les combiner parfois avec d'autres données fournies par des tiers (Schroeder *et al.*, 2019), de les analyser au moyen de solutions logicielles fournies parfois par d'autres tiers, etc. Sans la participation de ces tiers fournisseurs de compléments, la valeur que pourra concrétiser l'organisation sera faible, pour ne pas dire inexistante. Or les pratiques interorganisationnelles

actuelles autour de la donnée IoT ne semblent pas encore exemptes de toute ambiguïté, notamment à propos de la propriété de ces données (Constantinides *et al.*, 2018), de leur portabilité d'un fournisseur de compléments à un autre. Feng & Shanthikumar (2018) évoquent même l'éventualité de relations de méfiance entre les organisations produisant les données et leurs fournisseurs de compléments technologiques et innovatifs. Concernant un autre type de fournisseurs de compléments, les distributeurs, Paiola & Gebauer (2020) notent aussi que l'organisation peut avoir à faire face à leur impréparation et/ou à leur non-intérêt pour accompagner la commercialisation de produits basés sur l'IoT.

L'environnement. Si le précédent facteur de difficulté semble encore peu exploré dans la littérature sur l'IoT, les aspects relatifs à l'environnement, notamment technologique (nombreux standards disponibles et pas toujours interopérables, risques de sécurité, etc.), semblent en revanche bénéficier davantage d'attention de la part des praticiens comme des académiques (Birkel & Hartmann, 2019). La multiplication ces dernières années des intrusions informatiques exploitant entre autres les failles de sécurité des artefacts IoT est particulièrement préoccupante et peuvent perturber la création, la proposition et la fourniture de la valeur. Les coûts élevés que génèrent de telles intrusions, tant au plan financier, qu'en termes de dégradation de la réputation (Confente *et al.*, 2019), et la perte de confiance qu'elles entraînent chez les clients et les partenaires, peuvent aussi limiter ou empêcher la capture de la valeur par les organisations. Ces aspects incitent alors les organisations à davantage de prudence, et parfois à de la réticence, concernant les investissements IoT.

Les clients. L'usage de l'IoT entraîne pour l'organisation, entre autres opportunités, la possibilité de présenter de nouvelles offres aux clients. Cela peut, par exemple, passer par la fourniture de nouveaux services, comme mentionné précédemment. Mais plusieurs travaux (Laudien & Daxböck, 2016 ; Paiola & Gebauer, 2020) attirent l'attention sur l'éventualité d'une méconnaissance, d'une impréparation, ou d'un faible intérêt des clients pour des

services ou des offres basés sur l'IoT. Paiola & Gebauer (2020) évoquent même une possible résistance. Les problèmes d'intrusion mentionnés ci-dessus et leurs conséquences sur l'image de l'organisation constituent probablement l'une des sources à un éventuel phénomène de résistance. Une autre source peut être relative à la protection de la vie privée, les clients pouvant refuser à l'organisation l'accès à leurs données d'usage, comme le notent Laudien & Daxböck (2016).

L'organisation. Les facteurs de difficulté relatifs à l'organisation semblent encore peu examinés dans la littérature explorant l'usage de l'IoT. Néanmoins, il est possible de noter deux inhibiteurs organisationnels importants. 1- L'éventuelle *aversion de certains membres* de l'organisation aux changements de BM que permet l'IoT. Warner & Wäger (2019) notent que certains décideurs peuvent préférer le *statu quo* qu'ils protègent en résistant aux évolutions susceptibles de menacer les approches conventionnelles. Foss & Saebi (2015, 2017) notent aussi que des membres de l'organisation peuvent voir leurs compétences moins valorisées dans le cadre des changements de BM ou du déploiement d'un nouveau BM. Il s'ensuit une perte de pouvoir pour eux au bénéfice d'autres parties prenantes internes. En conséquence, ces membres peuvent tenter de faire barrière à la réalisation des changements. Paiola & Gebauer (2020) présentent l'exemple des équipes commerciales, qui peuvent ne pas être culturellement préparées à commercialiser la nouvelle proposition de valeur basée sur l'IoT conçue par l'organisation. Wessel *et al.* (2021 p.112) abondent dans le même sens avec une illustration où un équipementier industriel remodèle ses offres de produits/services pour déployer une approche *as-a-service* en routinisant l'IoT. Cette nouvelle approche ne fut ni comprise, ni acceptée par les équipes commerciales qui avaient développé au fil des années des relations de confiance avec leurs clients sur la base de la fourniture d'équipements performants, et non une approche *as-a-service* et des logiciels d'optimisation. Un conflit a fini par se faire jour entre ces équipes commerciales et d'autres membres de l'organisation, se

soldant par le départ pur et simple de l'essentiel de ces collaborateurs commerciaux qui estiment que « la nouvelle stratégie ne correspondait pas à leurs compétences et à leur expertise ». 2- La *dette technologique*. Elle reflète le gap négatif entre les systèmes et les infrastructures de l'organisation et les standards disponibles dans l'industrie (Ramasubbu & Kemerer, 2016 ; Rolland *et al.*, 2018). Elle s'accumule souvent dans le temps à mesure que l'organisation reporte les investissements nécessaires pour faire l'acquisition de technologies (équipements ou solutions logicielles) récentes, ou pour assurer la maintenance et l'évolution de ses systèmes et infrastructures existants. La dette technologique est souvent la résultante de choix historiques (dépendance de sentier), de l'inertie, de l'aversion au changement, de l'indisponibilité de certaines compétences. Elle peut représenter une entrave à la réalisation de la valeur de la technologie.

Aspects parfois mésestimés et inattendus des changements de BM, les facteurs de difficulté méritent d'être examinés en même temps que les opportunités de réalisation de la valeur de l'IoT (Brous *et al.*, 2020 ; Rolland *et al.*, 2018). L'exploration des interrelations entre ces deux versants de la technologie peut contribuer à éclairer les changements de BM, l'inertie liée à ces potentiels inhibiteurs étant en interaction et en coévolution avec les opportunités qu'offre l'IoT (Rolland *et al.*, 2018).

Les développements effectués jusqu'à présent dans cette partie présentent le mécanisme dont l'orchestration permet de matérialiser les changements de BM qui découlent de l'introduction de l'IoT. Ils décrivent aussi plusieurs formes de changements de BM et différents potentiels inhibiteurs. Ces éléments d'analyse sont synthétisés dans la Figure 3.1 qui souligne que le précurseur ou l'antécédent des changements est l'intention de l'organisation de générer de la valeur de l'usage de l'IoT. Cet antécédent est inspiré de la contribution de Foss & Saebi (2017

p.211-212) qui en mentionne plusieurs possibles¹⁸⁰ pour les changements de BM. En un mot, pour concrétiser le changement du BM, qui correspond à une forme de la valeur de l'IoT, l'organisation orchestre la combinaison de ses ressources polyvalentes avec les compléments externes, souvent technologiques et innovateurs. Cela permet ensuite de matérialiser les changements du BM. Cependant, le déploiement de tels changements peut être entravé par un ensemble de facteurs inhibiteurs.

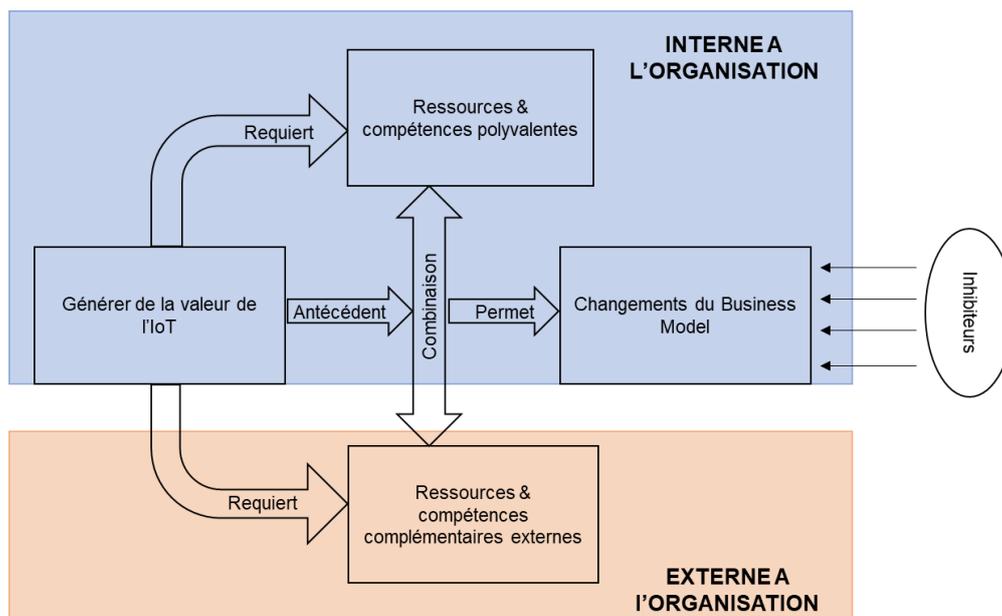


Figure 3.1 : Cadre théorique du changement de Business Model qu'entraîne de l'IoT

Les fondements théoriques posés, nous introduisons dans la suite l'approche méthodologique de l'étude, la méta-analyse.

3.2 Méta-analyse d'études managériales

Les méthodes de méta-analyse visent souvent à combiner de manière synthétique les résultats de plusieurs études individuelles indépendantes s'intéressant à l'analyse de relations théoriques concernant un même phénomène d'intérêt (Combs *et al.*, 2019 ; Geyskens *et al.*, 2009 ; Kepes & Thomas, 2018 ; Hunter & Schmidt, 2004). Elles bénéficient d'une attention croissante dans plusieurs disciplines du management parce qu'elles permettent de corriger, dans une certaine mesure, l'effet de plusieurs limites connues (ex. la taille de l'échantillon, les

¹⁸⁰ Voir p.196 du manuscrit

erreurs de mesure, les décisions méthodologiques liées au contexte) des études individuelles (Combs *et al.*, 2019 ; Geyskens *et al.*, 2009). Si l'objectif général est commun, les méthodologies déployées diffèrent (Combs *et al.*, 2019 ; Geyskens *et al.*, 2009 ; Laroche, 2015), avec néanmoins une prédominance de certaines procédures (Glass *et al.*, 1981 ; Hedges & Olkin, 1985 ; Hunter & Schmidt, 1990 ; Rosenthal, 1991) adaptées à l'approche la plus mobilisée où il s'agit d'analyser la robustesse de relations théoriques largement examinées dans la littérature et ancrées dans des théories matures, suffisamment bien formalisées (Newbert *et al.*, 2014). Cependant, cette approche est fort éloignée des contextes théorique et empirique récents des changements de BM qu'entraîne l'IoT où peu d'études empiriques sont proposées dans la littérature académique. Pour pallier ces limites, nous proposons donc une nouvelle procédure mixte, combinant des approches qualitative et quantitative. L'approche qualitative de cette procédure permet d'agrèger les résultats de onze études managériales mobilisant des questions fermées à choix multiples concernant d'une part les motivations – bénéfiques qu'associent les organisations à l'usage de l'IoT, et d'autre part les challenges – risques qu'elles y associent. L'approche quantitative de la procédure est basée sur les méthodes d'analyse de données ordinales et de recherche de consensus développés en théorie du choix social (Barthélemy & Monjardet, 1981) et en psychométrie (Cliff, 1996). Elle permet de combiner de manière calculatoire les résultats ressortant de la phase qualitative avec une procédure d'agrégation ordinale produisant deux listes ordonnées, une concernant les motivations – bénéfiques, et une autre concernant les challenges – risques. À noter que les études managériales exploitées ne mesurent pas de relation entre variables (ex. corrélation) et ne fournissent pas de statistiques de grandeur d'effet. Elles présentent donc des données pouvant être considérées comme distinctes par rapport aux données habituellement prises en compte pour les procédures classiques de méta-analyse. Et comme le suggèrent Burton-Jones *et al.* (2021 p.302), la combinaison d'une nouvelle forme de données et d'une

nouvelle approche analytique ou calculatoire ouvre la voie pour une amélioration de la théorisation et de la production de connaissances concernant un phénomène émergent, comme c'est le cas dans cette étude qui examine les changements de BM découlant de l'usage de l'IoT. Dans la suite, nous présentons les trois phases de la procédure mise en œuvre, à savoir 1- la constitution du corpus d'études, 2- l'analyse qualitative, et 3- l'analyse quantitative. Mais avant d'explicitier le détail de chacune de ces phases, nous commençons par rappeler les principales considérations concernant la mise en œuvre rigoureuse des procédures de méta-analyse.

3.2.1 Contraintes méthodologiques

Les approches classiques de méta-analyse étant surtout de nature quantitative, la discussion proposée dans cette section adresse, pour une large part, des questions méthodologiques relatives aux méta-analyses quantitatives. En effet, la méta-analyse qualitative est récente (Combs *et al.*, 2019) et sa mise en œuvre reste rare dans la littérature.

Bien que visant traditionnellement à limiter les biais des études empiriques individuelles pour examiner plus rigoureusement, souvent au plan statistique, les relations théoriques entre des variables d'intérêt, la méta-analyse est elle-même critiquée pour être exposée à plusieurs biais, dont trois principaux (Geyskens *et al.*, 2009 ; He & King, 2008 ; Kepes & Thomas, 2018 ; Newbert *et al.*, 2014 ; Wu & Lederer, 2009) : 1- la taille et l'indépendance, 2- le biais de publication, et 3- l'agrégation de mesures en réalité différentes. Nous les examinons ci-dessous en présentant la façon dont la présente étude les prend en compte.

Biais de taille de l'échantillon et d'indépendance des études sélectionnées. Il est important que le nombre de travaux empiriques servant de base à la méta-analyse soit suffisamment grand pour renforcer la significativité statistique des résultats et leur caractère généralisable. Il est également recommandé que les études sélectionnées soient indépendantes afin d'éviter le biais de surreprésentation et d'affaiblir le caractère généralisable des résultats. Certains

échantillons pouvant servir de base empirique pour plusieurs travaux publiés, il est recommandé de n'intégrer qu'une seule et unique publication portant sur le même échantillon (Combs *et al.*, 2011 ; Wu & Lederer, 2009). Dans cette partie, plusieurs études proviennent parfois de la même source managériale mais pour des années différentes (au moins trois ans d'intervalle dans le cas de notre corpus) avec des données différentes. Les tailles et les structures des échantillons sont différentes d'une étude à l'autre, ainsi que d'une année à l'autre. Sans pouvoir garantir l'absence de recouvrement des échantillons d'une année à l'autre, la dispersion des échantillons permet de ne pas s'éloigner de l'hypothèse d'indépendance. Nous rejoignons ainsi les explications de Wu & Lederer (2009), se référant à Hunter *et al.* (1982), qui considèrent que, lorsqu'une même étude présente des ensembles de données différents recueillis sur des échantillons différents, chaque ensemble de données peut être considéré comme indépendant. Si le nombre d'études sélectionnées pour les besoins des analyses proposées ici peut sembler relativement faible par rapport aux corpus classiques en méta-analyse, il représente néanmoins un corpus important pour examiner l'usage de l'IoT dans les organisations. Les onze études indépendantes sélectionnées mobilisent la même approche de collecte (questions fermées à choix multiples) et proposent un échantillon cumulé de 8042 décisionnaires interrogés. Elles sont représentatives pour adresser la question de recherche (Laroche, 2015).

Biais de publication. Il correspond à l'insuffisante représentativité des études servant de base à la méta-analyse par rapport à l'ensemble des études disponibles et examinant la relation d'intérêt ciblée (Geyskens *et al.*, 2009 ; Kepes & Thomas, 2018). Deux méthodes sont recommandées pour réduire ce biais. 1- Étendre autant que possible la procédure de collecte des études pouvant être prises en compte pour la méta-analyse. 2- Effectuer une analyse de sensibilité consistant à comparer les résultats de plusieurs techniques de méta-analyse pour examiner la même relation d'intérêt. La robustesse des résultats et donc la faiblesse du biais

de publication sont déduites du degré de convergence obtenu (Greenhouse & Iyengar, 2009 ; Kepes & Thomas, 2018). Dans notre étude, le biais de publication est limité. Suivant la recommandation de la collecte la plus étendue possible, nous avons exploité plusieurs sources pour identifier les études pouvant être prises en compte, notamment le moteur de recherche de Google et la presse spécialisée. Néanmoins, le principe de fonctionnement de Google (enchères sur des mots clés, efficacité SEO des pages indexées, etc.) est loin de garantir l'apparition de l'ensemble des résultats pertinents pour une requête sur les premières pages de résultats. Par ailleurs, en ne sélectionnant finalement que les études estimées les plus pertinentes¹⁸¹, dont les rapports sont accessibles librement, et explicitant les méthodes de collecte, notre procédure de méta-analyse n'est pas complètement exempte de biais de publication. Mais la méthode *Trim and fill* (Duval, 2005 ; Duval & Tweedie, 2000), l'une des plus simples et robustes (Geyskens *et al.*, 2009 ; Kepes & Thomas, 2018) pour estimer le biais de publication ne peut être appliquée en raison de la nature des études sélectionnées pour notre procédure de méta-analyse¹⁸². Ces limites étant identifiées, notre démarche satisfait les critères caractérisant un biais de publication faible dans le cas de phénomènes d'intérêt ne bénéficiant pas encore d'une très large attention (Hunter & Schmidt, 2004).

Agrégation de mesures disparates. L'opérationnalisation des variables d'intérêt est rarement identique d'une étude à l'autre. En agrégeant plusieurs études, la méta-analyse s'expose ainsi à la critique selon laquelle elle mélange des mesures hétérogènes. Mais comme le soulignent Hunter & Schmidt (2004) ou Borenstein *et al.* (2009 p.357), le but de la méta-analyse est « rarement de seulement synthétiser les données provenant d'un ensemble d'études identiques ». Elle a aussi pour but de décrire, de proposer un état des lieux en répondant à une question vraiment générale (Hunter & Schmidt, 2004). Il est donc pertinent de considérer des

¹⁸¹ Les études sélectionnées dans le corpus ne portent pas sur l'industrie 4.0 par exemple, qui est un concept technologique plus étendu que l'IoT. De même, afin de conduire les analyses sur un corpus homogène, les études n'examinant que les motivations – bénéfiques (resp. les challenges – risques) ne sont pas sélectionnées.

¹⁸² Les méthodes plus complexes non plus (voir Hunter & Schmidt, 2004 pour une présentation détaillée des différentes méthodes).

résultats obtenus selon des protocoles différents. Dans l'approche mise en œuvre dans cette partie du manuscrit, la méta-analyse a également une visée explicative en adressant une question générale. Les études sélectionnées sont uniformes en termes de questions adressées, les motivations – bénéfiques associés à l'usage de l'IoT par les organisations d'une part, les challenges – risques d'autre part. Néanmoins, le détail de la construction des questions fermées à choix multiples peut varier d'une étude à l'autre. Le nombre d'items proposés par les questions varie également d'une étude à l'autre ; certains sont identiques d'une étude à l'autre, et d'autres ne sont proposés que par une seule étude. Cette situation conduit à une surreprésentation de certains items mais la démarche de comparaisons par paires des construits (résultant de l'analyse abductive des données proposées dans les différentes études en les agrégeant) préalable à la procédure calculatoire d'agrégation permet de redresser en partie ce biais. De plus, comme le rappellent Hedges & Olkin (1985), les mesures du phénomène étudié ne doivent pas être nécessairement identiques. Il faut avant tout s'assurer de la disponibilité d'études rigoureuses adressant la même question et utilisant des mesures similaires afin qu'il soit possible de les synthétiser.

Ces points soulignés, nous présentons ci-dessous la première phase de la procédure de méta-analyse mise en œuvre, la collecte et la sélection des études. Elle décrit la démarche conduisant à la constitution du corpus exploité.

3.2.2 Constitution du corpus d'études

Comme rappelé ci-dessus, il est recommandé que la procédure de collecte des études à intégrer à la méta-analyse soit la plus étendue possible. Cooper & Hedges (2009) suggèrent que soient considérés plusieurs canaux complémentaires pour accéder au type d'études ciblé. La littérature académique empirique examinant les changements de BM qu'entraîne l'usage de l'IoT étant encore peu développée, cette partie s'appuie sur des études managériales. Ce type d'études a déjà été inclus à des procédures quantitatives classiques de méta-analyses,

notamment pour compléter le corpus de travaux académiques disponibles, et pour réduire le biais de publication (Revelli & Viviani, 2013). De plus, il n'est pas rare de conduire des recherches académiques empiriques sur la base de données secondaires provenant de sources managériales¹⁸³. Naturellement, ce type de données n'est pas exempt de limites, d'abord parce qu'il est de nature déclarative, mais aussi parce qu'un contrôle *a priori* sur le contexte d'administration des questions (instructions et consignes) n'est pas possible. L'explicitation des aspects méthodologiques de collecte dans les rapports que rendent disponibles les auteurs des études collectées a donc aussi constitué un critère de sélection, outre ceux qui sont décrits dans la suite.

Pour constituer le corpus d'études servant de base à la procédure de méta-analyse mise en œuvre, nous avons convoqué trois canaux : 1- une recherche systématique par mots clés¹⁸⁴ une fois par mois entre décembre 2016 et octobre 2017 sur Google.com, 2- une veille par alertes Google mise en place en février 2017 avec les mêmes mots clés, et 3- une veille directe mensuelle sur les plateformes internet de plusieurs médias spécialisés (Zdnet, Forbes, CIO, CBR Online, Channel World, Venturebeat, Cnet, TechRepublic, Business Insider). La combinaison des trois canaux a conduit après la clôture du processus de collecte fin octobre 2017 à l'identification d'un ensemble d'études portant sur les usages de l'IoT et de l'industrie 4.0 dans les organisations en interrogeant plusieurs types de décisionnaires (*Directeur général, Directeur des systèmes d'information, Directeur d'exploitation, Directeur de la donnée, Responsables d'unités*, etc.). À ce stade, nous avons poursuivi la procédure avec vingt-six études (voir en Annexe 3.1 les études collectées). Elles s'appuient sur une approche identique de collecte de données et nous avons pu librement accéder aux rapports exhaustifs de résultats. Nous avons ensuite recherché au niveau de chacune de ces vingt-six études les

¹⁸³ Voir par ex. les travaux en MSI s'appuyant sur les approches marchés (de capitaux) pour investiguer la valeur des TIs. Voir plus largement les travaux en MSI sur la valeur des TIs dont plusieurs parmi les plus influents (ex. Hitt & Brynjolfsson, 1996) exploitent souvent des données de panel ou de sondage disponibles.

¹⁸⁴ Les mots clés utilisés pour la recherche Google : ["IoT" AND "Research"], ["IoT" AND "Survey"], ["IoT" AND "Etude"], ["IoT" AND "Drivers"], ["IoT" AND "Challenges"], ["IoT" AND "Concerns"]

questions portant sur les motivations – bénéfices associés à l’usage de l’IoT et celles portant sur les challenges – risques anticipés ou expérimentés. À la suite de cette phase de lecture des rapports de résultats, nous avons sélectionné les études ayant interrogé explicitement les décisionnaires à la fois sur les motivations – bénéfices et les challenges – risques. Cette démarche a conduit à sélectionner onze études parmi les vingt-six (voir en Annexe 3.2 les études sélectionnées). Elles représentent une taille cumulée d’échantillons interrogés de 8042 décisionnaires distribués géographiquement sur les cinq continents et opérant dans une large variété d’industries (ex. énergies et ressources naturelles, transport et logistique, agriculture, industrie manufacturière, machinerie industrielle, produits de consommation, services technologiques, grande distribution). Les onze études cumulent 102 items pour les motivations – bénéfices et 107 items pour les challenges – risques.

3.2.3 L’analyse qualitative : l’agrégation abductive

Cette deuxième phase de la procédure de méta-analyse mise en œuvre renvoie aux approches qualitatives de méta-analyse permettant d’agréger les résultats de plusieurs études pour développer des interprétations théoriques allant au-delà des résultats présentés par lesdites études. Combs *et al.* (2019 p.5-6) rappellent que la perspective philosophique et épistémologique sous-jacente aux approches qualitatives de la méta-analyse est le réalisme, qui constitue également le fondement philosophique sous-jacent aux développements que présente notre manuscrit, plus précisément le réalisme critique. Comme rappelé plus haut, cette perspective épistémologique s’appuie sur un raisonnement par abduction¹⁸⁵, qui procède suivant deux principales voies d’inférence, la rétroduction d’une part, la rétroduction d’autre part. Le processus de rétroduction, faisant notamment appel au matériel cognitif existant (Baskhar & Lawson, 1998 ; Williams & Wynn, 2018), est convoqué dans cette deuxième phase de notre procédure mixte de méta-analyse. Il s’appuie sur le cadre d’analyse du BM

¹⁸⁵ Voir p.56-60 du manuscrit

Canvas (Osterwalder & Pigneur, 2010) et l'approche tridimensionnelle du BM (Foss & Saebi, 2018 ; Teece, 2010). Il permet d'inférer à partir des données des études sélectionnées les composantes du BM Canvas et ensuite les dimensions du BM. Ces dernières étant déjà décrites plus haut, nous présentons ci-dessous le BM Canvas et justifions son choix pour servir de matériel cognitif existant pour les besoins de notre analyse.

3.2.3.1 Le BM Canvas

Le BM Canvas est l'un des schémas conceptuels formels du business model les plus utilisés dans la littérature. Il est reconnu comme particulièrement complet et informatif¹⁸⁶ (Arnold *et al.*, 2016 ; Bigelow & Barney, 2021 ; Dijkman *et al.*, 2015). Son choix ici se justifie par son appropriation élevée par les praticiens (Bigelow & Barney, 2021 p.536) comme par les académiques. Par exemple, il est souvent convoqué dans les travaux étudiant les changements de BM qu'entraîne l'IoT (voir Tableau 3.2 ci-dessus). En tant qu'approche conceptuelle, le BM Canvas architecture les composantes du business model et éclaire les interrelations entre ces composantes (Foss & Saebi, 2018). Pour les besoins de notre étude, il permet d'inférer de manière rétrodictive les composantes du BM qu'affecte l'usage de l'IoT.

Le BM Canvas présente neuf composantes qui peuvent être distribuées au sein des trois principales dimensions du BM présentées plus haut (Osterwalder *et al.*, 2020 p.74). La Figure 3.2 en propose une représentation avec une indication des composantes formant les différentes dimensions. 1- Les *ressources et compétences clés*. Elles sont indispensables pour la création de la valeur et le déploiement du BM. Elles correspondent aux ressources polyvalentes disponibles au sein de l'organisation. 2- Les *partenaires clés ou réseau de valeur*. Cette composante du BM Canvas reflète l'ensemble des parties prenantes externes, notamment les fournisseurs de compléments, avec lesquelles l'organisation collabore pour la création et/ou la proposition et la fourniture de la valeur aux clients. 3- Les *activités clés ou*

¹⁸⁶ Insightful

configuration de la valeur. Elles correspondent au système d'activités que met en œuvre l'organisation en exploitant les ressources et compétences polyvalentes, en les combinant avec les compléments externes, pour créer et/ou proposer et fournir de la valeur.

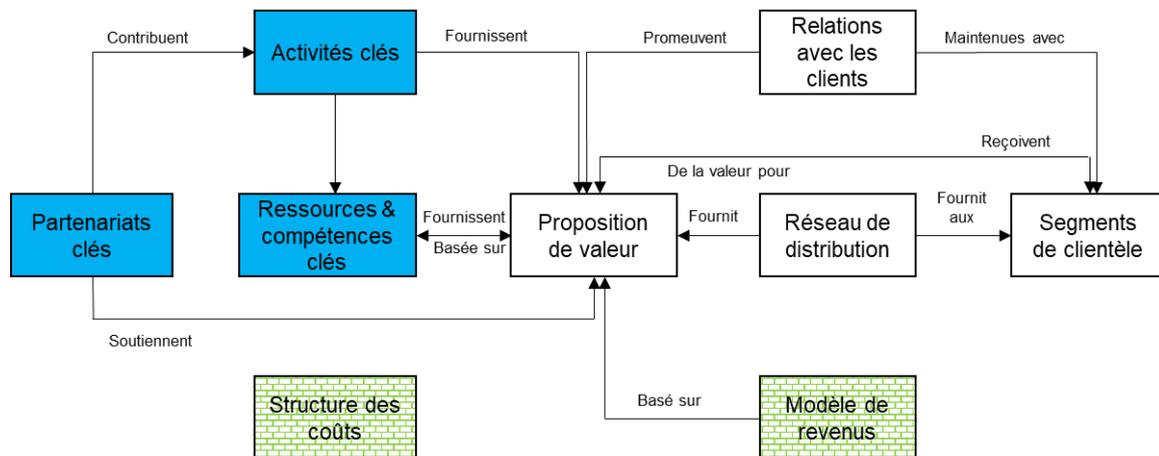


Figure 3.2¹⁸⁷ : BM Canvas¹⁸⁸

Comme l'indique la Figure 3.2, ces trois premières composantes du BM Canvas constituent la dimension création de valeur. Les composantes suivantes que propose le schéma conceptuel du BM Canvas sont 4- la *proposition de valeur*, 5- les *canaux ou les réseaux de distribution*, 6- les *segments de clientèle*, 7- les *relations avec les clients*. Ces quatre composantes forment ensemble la dimension de la proposition et de la fourniture de la valeur. Enfin, les deux dernières composantes sont 8- le *modèle de revenus* et 9- la *structure des coûts*. Cette dernière concerne les incidences financières du système d'activités exploitant les ressources et compétences polyvalentes en combinaison avec les compléments. Elles forment ensemble la dimension de la capture de la valeur.

Pour les besoins de l'analyse, les composantes du BM Canvas ont été légèrement réadaptées pour tenir compte du contexte spécifique de l'étude et du matériel empirique exploité. À cet

¹⁸⁷ Les composantes à fond sombre forment la dimension création de valeur. Les composantes à fond blanc forment la proposition et la fourniture de la valeur. Les deux dernières composantes (structure des coûts, modèle de revenus) forment la dimension capture de la valeur.

¹⁸⁸ Adapté de Osterwalder & Pigneur (2010), Arnold *et al.* (2016), Osterwalder *et al.* (2020)

effet, les données IoT sont considérées comme une ressource clé¹⁸⁹ (Schroeder *et al.*, 2019), une ressource polyvalente. Les coûts des investissements effectués pour se protéger contre les intrusions informatiques, et les coûts engendrés pour l'organisation en cas d'intrusion réussie sont pris en compte au niveau de la composante structure des coûts. Les aspects concernant les tiers fournisseurs de compléments, et plus généralement l'environnement sont pris en compte au niveau de la composante partenariats clés.

3.2.3.2 Le processus d'inférence rétrodictive

L'abduction est une approche de raisonnement conduisant à effectuer des inférences pour expliquer des faits ou des observations (Mantere & Ketokivi, 2013 p.72 ; Niiniluoto, 1999 p.439). En s'appuyant sur les travaux du pragmatiste Charles S. Peirce^{190,191}, Niiniluoto (1999 p.439) décrit le processus abductif comme suit : 1- le fait surprenant C est observé ; 2- si l'explication (théorique) A est vraie, C devient une évidence ; 3- on a donc une bonne raison de suspecter que l'explication A est vraie. Cette forme d'inférence, proche de l'inférence théorique, est baptisée inférence d'explication. L'inférence rétrodictive, l'une de ses formes, établit le lien entre le fait ou l'observation et le matériel cognitif existant. C'est cette forme d'inférence que nous mettons en œuvre ici.

Les études managériales sélectionnées interrogent des décisionnaires sur les motivations – bénéfiques, challenges – risques qu'ils associent à l'usage de l'IoT dans leurs organisations.

Plusieurs items de réponses proposés dans ces études suggèrent des termes qui renvoient au

¹⁸⁹ Nous remercions notre collègue Etienne Thenoz pour nous avoir suggéré cette interprétation.

¹⁹⁰ Les travaux de Peirce (1931 – 1935, 1958) sont rassemblés dans une collection en huit volumes de 5092 pages édités par C. Hartshorne & P. Weiss, Harvard University Press, Cambridge pour les volumes 1 à 6, et A.W. Burks, Harvard University Press, Cambridge pour les volumes 7 et 8.

¹⁹¹ Peirce et plusieurs pragmatistes classiques partagent avec les réalistes une perception similaire de la réalité et de son indépendance. « Nous pouvons définir le réel comme ce dont les caractères sont indépendants de ce que chacun peut penser qu'ils sont » explique par exemple Peirce (Legg & Hookway, 2021). En revanche, alors que Peirce a une perception moniste de la vérité sur ce qu'est la réalité, ses collègues William James et John Dewey (ce dernier est aussi mentionné plus haut dans ce manuscrit en note de bas de page p.77) considérés aussi comme des pragmatistes classiques admettent une approche pluraliste de la vérité (Legg & Hookway, 2021). L'approche pluraliste de la vérité sur ce qu'est la réalité est aussi admise par la philosophie du réalisme critique à travers notamment la relativité conceptuelle, la relativité épistémique, la correspondance indirecte (voir p.44-45 du manuscrit).

BM et aux changements de BM, ainsi qu'aux ressources complémentaires et aux fournisseurs de compléments. Exemples d'items : Étude 1 : « *Opportunité de générer des revenus supplémentaires* ». Étude 2 : « *Cela nous permettra d'entrer sur de nouveaux marchés ou dans de nouvelles industries* ». Étude 5 : « *Capacité à vendre des produits sous forme de services* ». Étude 6 : « *Risque de transition vers un modèle connecté ou aux performances imprévisibles* ». Étude 8 : « *Manque de fournisseur capable avec qui collaborer* ». Étude 9 : « *Insuffisante sensibilisation des clients* ». Ces exemples nous suggèrent le BM comme une grille d'analyse pouvant permettre de réinterpréter les résultats de ces études, comme indiqué au début de cette section concernant la méta-analyse qualitative. L'unité d'analyse du BM, en lien avec la littérature sur les changements de BM, la théorie PFI et l'approche penrosienne des ressources permettent de donner du sens aux résultats des études sélectionnées.

Pour effectuer l'inférence rétrodictive à l'échelle du corpus d'études sélectionnées, c'est-à-dire en incluant les 102 items pour les motivations – bénéfiques et les 107 items pour les challenges – risques, nous nous appuyons sur la logique que présente Tsang (2014) sur la Figure 1.6 (p.60 du manuscrit). Une telle logique est, dans une certaine mesure, prolongée par la démarche que présentent Gioia *et al.* (2013). Cette dernière propose plusieurs niveaux d'inférence pour établir le lien entre les données empiriques et le matériel cognitif ou la théorie¹⁹². En tenant compte de ces deux approches, le codage rétrodictif mis en œuvre établit plusieurs niveaux pour inférer successivement les composantes du BM Canvas et les trois dimensions du business model. Le *niveau 1* du codage propose des thèmes reformulant essentiellement les libellés originaux des items présentés dans les études sélectionnées. Il reflète la strate *Empirique* que définit l'épistémologie du réalisme critique. Le *niveau 2* infère des construits agrégeant plusieurs thèmes proches en termes de sémantique. Le *niveau 3*

¹⁹² De précédents travaux en MSI s'appuient aussi sur une utilisation conjointe du raisonnement abductif et de la démarche de Gioia *et al.* (2013) pour leurs études empiriques. Parmi les travaux déjà cités dans ce manuscrit, la contribution de Baiyere *et al.* (2020) en est une illustration. Ils (p.244) s'appuient conjointement sur l'approche IBE que présentent Mantere & Ketokivi (2013) et la démarche d'analyse que proposent Gioia et collègues.

agrège plusieurs construits pour inférer les composantes du BM Canvas. Le *niveau 4* agrège les composantes pour faire ressortir les différentes dimensions du business model. Ensemble, les niveaux 2, 3 et 4 reflètent la strate de l'*Actuel* et correspondent aux événements sur la Figure 1.6 inspirée de Tsang (2014), ou dans le Tableau 1.5 (p.56 du manuscrit) qu'établissent Wynn & Williams (2012) et Bhaskar (1975). Prenons l'exemple de l'item original « *Réaliser des économies de coûts en automatisant les processus manuels* ». Au niveau 1 il est reformulé en thème intitulé « *Réduire les coûts opérationnels* ». Au niveau 2, ce thème est agrégé pour inférer le construit « *Minimiser les coûts opérationnels* ». Au niveau 3, ce construit est agrégé pour former la composante du BM Canvas « *Structure des coûts* ». Au niveau 4, il ressort sous la dimension du BM « *Capture de la valeur* ». Plusieurs inférences concurrentes étant parfois possibles, nous retenons celle que nous considérons comme la plus probable, suivant l'approche IBE (Inference to the Best Explanation) rappelée plus haut dans le manuscrit¹⁹³. Les Annexes 3.3 et 3.4 présentent les résultats des codages rétrodictifs respectivement pour les motivations – bénéfiques et les challenges – risques.

Le codage rétrodictif réalisé par nos soins sur les motivations – bénéfiques a été confronté à un deuxième réalisé par un membre¹⁹⁴ de notre laboratoire de recherche, spécialiste du MSI mais ne participant pas à la présente recherche. Il en ressort un taux de convergence de 73,5% (Kappa de Cohen : 0,648). Cependant, en tenant compte de contraintes¹⁹⁵ propres à la procédure et non prises en compte par le deuxième codeur, et aussi suivant l'approche IBE¹⁹⁶, le taux de convergence remonte à 85,3% (Kappa de Cohen : 0,799). Le codage rétrodictif final exploité pour les motivations – bénéfiques se fonde donc sur la convergence inter-

¹⁹³ Voir p.59-60 du manuscrit

¹⁹⁴ Nous adressons nos sincères remerciements à notre collègue Etienne Thenoz pour son aide en acceptant de réaliser pour nous un deuxième codage sur les motivations – bénéfiques.

¹⁹⁵ Par exemple, si une étude présente deux items à la sémantique proche, ils ne peuvent être fusionnés en un seul thème, et ne peuvent non plus être inférés vers le même construit. Les deux items doivent par conséquent être codés différemment avec l'introduction d'une variante ou le recours à un autre construit proche. Autrement, l'algorithme développé va ignorer l'un des deux items pour le calcul des ordres de consensus sur les construits.

¹⁹⁶ Ici nous faisons référence à notre connaissance profonde du matériau empirique et de la littérature examinant les changements de BM qu'entraîne l'usage de l'IoT.

codeurs, et sur les échanges entre les deux codeurs à propos des autres items des motivations – bénéfiques. Cet étalonnage effectué, le codage des challenges – risques a été réalisé sans double codage. En effet, le niveau de convergence inter-codeurs observé pour les motivations – bénéfiques garantit un niveau satisfaisant de fiabilité pour la mise en œuvre de la procédure.

Les résultats de la procédure d'inférence abductive, passés en revue et discutés à plusieurs reprises au sein de l'équipe de recherche, présentent un ensemble de 98 construits (49 pour les motivations – bénéfiques, 49 pour les challenges – risques). L'inférence des composantes du BM Canvas s'appuie sur cet ensemble de construits. Le Tableau 3.3 présente la structure hétérogène qui se dégage. Les ressources et compétences, la proposition de valeur, les activités clés, les partenariats clés constituent respectivement les composantes du BM agréant le plus grand nombre de construits relatifs aux motivations – bénéfiques. On retrouve quasiment la même structure, avec toutefois la composante structure des coûts qui remplace la proposition de valeur, pour les challenges – risques. Pour les dimensions, la création de valeur est de loin la dimension qui agrège le plus grand nombre de construits inférés. Elle est suivie de la proposition et de la fourniture de valeur au niveau des motivations – bénéfiques. Pour les challenges – risques, c'est plutôt la capture de valeur qui se positionne comme la deuxième dimension en termes de construits agrégés.

Dimensions	Composantes du BM Canvas	Motivations - Bénéfices		Challenges - Risques	
		Nb. de construits agrégés	Poids relatifs	Nb. de construits agrégés	Poids relatifs
Création de valeur	Ressources & compétences clés	14	29%	12	24%
	Activités clés	7	14%	9	18%
	Partenariats clés	7	14%	17	35%
	Sous-total création valeur	28	57%	38	78%
Proposition et fourniture de valeur	Proposition de valeur	7	14%	3	6%
	Segments de clientèle	2	4%	1	2%
	Relations avec les clients	2	4%	0	0%
	Réseau de distribution	0	0%	0	0%
	Sous-total fourniture valeur	11	22%	4	8%
Capture de valeur	Modèle de revenus	5	10%	0	0%
	Structure des coûts	5	10%	7	14%
	Sous-total capture valeur	10	20%	7	14%
Total		49	100%	49	100%

Tableau 3.3 : La distribution des construits au niveau des composantes du BM Canvas

Comme cela est observable, aucun construit ne se retrouve sous la composante réseau de distribution. Aucune des onze études du corpus n'interroge par ailleurs en profondeur les décisionnaires sur les aspects relatifs à l'interface client (pas d'items sur la distribution, très peu d'items concernant les relations avec les clients et les segments de clientèle). Cela peut constituer une limite aux conclusions pouvant être faites sur ces aspects. Néanmoins, la faible prise en compte de ces aspects dans les études sélectionnées peut provenir de l'expertise des auteurs des études. En effet, toutes les études ont été réalisées par des praticiens au fait des pratiques organisationnelles de l'usage de l'IoT. En s'appuyant sur leurs connaissances des pratiques organisationnelles, les auteurs des études ont pu considérer que les aspects d'interface client étaient, à l'époque, peu considérés et ne les ont donc pas inclus dans les items de réponse. Cette faible prise en compte des aspects interface client est également soulignée par plusieurs travaux récents (Arnold *et al.*, 2016 ; Dijkman *et al.*, 2015 ; Kiel *et al.*, 2017) convoquant le cadre conceptuel du BM Canvas pour explorer l'usage de l'IoT. Ces travaux mettent en évidence que le réseau de distribution est peu considéré par les organisations qui introduisent l'IoT dans leurs systèmes d'activités. Les segments de clientèle semblent aussi secondaires selon ces travaux (Arnold *et al.*, 2016 ; Kiel *et al.*, 2017).

Après avoir inféré, à cette phase qualitative, les composantes du BM Canvas et les dimensions du business model à partir des items proposés dans les études sélectionnées, nous présentons dans la section suivante l'approche calculatoire de la phase quantitative.

3.2.4 L'analyse quantitative : l'algorithme d'agrégation ordinale

L'approche calculatoire ordinale exploitée a pour input les construits inférés ci-dessus. Elle permet de mettre en évidence les composantes et les dimensions du BM considérées comme les plus importantes par les répondants dans le cadre de l'usage de l'IoT. Cela permettra ensuite d'inférer les changements du BM considérés comme les plus importants, et les formes d'orchestration du mécanisme à l'œuvre pour la matérialisation de ces changements.

La méta-analyse mise en œuvre est double puisque nous avons considéré les construits relatifs aux bénéfices – motivations associés à l’usage de l’IoT et les construits relatifs aux challenges – risques de façon indépendante. On décrit ici la démarche pour un ensemble de construits abstrait noté $C = \{c_1, \dots, c_p\}$ identifiés sur un ensemble d’études $E = \{e_1, \dots, e_q\}$.

Pour chaque étude e_k , on dispose de la fréquence observée $f(c_i, e_k)$ pour le construit c_i lorsqu’il est présent. Cette distribution permet de déduire un ordre sur les construits inférés pour chaque étude : c_i est préféré à c_j pour l’étude e_k si $f(c_i, e_k) > f(c_j, e_k)$. Pour les comparer à l’échelle du corpus, l’objectif est d’établir un ordre consensus permettant d’obtenir une cartographie globale des construits des plus aux moins significatifs pour les décisionnaires interrogés. Cependant, les études étant indépendantes avec des échantillons de tailles distinctes, et les construits n’étant pas présents de manière uniforme au niveau de chaque étude, un ordre induit uniquement par les sommes de fréquences sur l’ensemble des études n’est pas pertinent. Les construits ont donc été comparés deux à deux sur l’ensemble des études : pour chaque paire $\{c_i, c_j\}$ de construits, on calcule la différence $\text{diff}(c_i, c_j)$ des fréquences au niveau des études où c_i et c_j sont présents. L’objectif est alors de trouver un ordre total sur l’ensemble C des construits qui soit le « plus consensuel » avec les relations de préférences entre paires. Ce problème peut se modéliser plus précisément à l’aide d’un graphe. Considérons le graphe orienté pondéré par diff , appelé dans la suite graphe des préférences G_p , dont les sommets sont les construits, et pour lequel il existe un arc entre le construit c_i et le construit c_j si $\text{diff}(c_i, c_j) > 0$. Les arcs sont pondérés par la différence $\text{diff}(c_i, c_j)$. Si ce graphe est sans circuit, il existe un ordre entre les sommets qui suit l’orientation des arcs et cet ordre est une solution du problème. Mais, dans notre cas, les graphes contiennent un circuit et le problème revient donc à rechercher les arcs à retourner dans G_p de somme de poids minimal pour obtenir un ordre qui est compatible avec l’orientation des arcs de G_p et dont on déduira un ordre entre les construits de C . La Figure

3.3 présente un exemple d'un graphe G_p avec 5 construits. Ce graphe contient un seul circuit (c_1, c_4, c_2, c_1) dont les poids des arcs sont les seuls indiqués. L'objectif est de trouver les arcs à retourner de somme de poids minimal pour enlever ce circuit : ici il suffit de retourner l'arc (c_2, c_1) de poids 10. On en déduit alors un ordre optimal sur C $(c_3, c_1, c_4, c_5, c_2)$ qui est compatible avec toutes les orientations des arcs. Ce problème, connu dans la littérature sous le nom de problème de Kemeny ou de recherche d'un ordre médian (Charon *et al.*, 1996), est un problème difficile dont la résolution s'effectue par une méthode de Branch & Bound et nous renvoyons à l'article récent de Guénoche (2017) pour les détails de calculs.

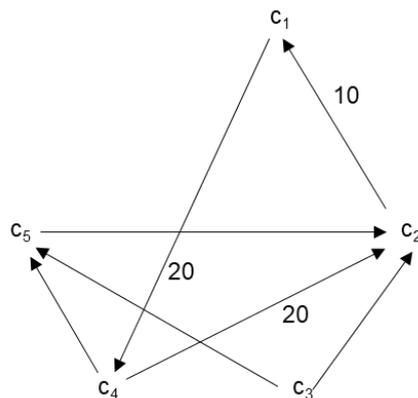


Figure 3.3 : Graphe orienté G_p de préférences entre construits

Après la présentation des différentes phases de la procédure de méta-analyse, nous présentons ses résultats dans la suite.

3.3 Résultats de la méta-analyse

Cette section présente les résultats de la phase quantitative de la méta-analyse, où a été mise en œuvre la procédure calculatoire d'agrégation ordinale. Ces résultats présentent deux ordres consensus sur les construits inférés lors de la phase qualitative, l'un pour les motivations – bénéfiques, et l'autre pour les challenges – risques. Les construits qui ressortent au début de l'un ou de l'autre des ordres consensus sont les plus importants pour les décisionnaires interrogés. Autrement dit les motivations – bénéfiques, ou les challenges – risques, prioritairement considérés par les répondants. Ils sont les plus cités d'une étude à l'autre et ont

les fréquences associées les plus élevées. En revanche, les construits en fin d'ordre sont les moins importants. Ils semblent secondaires aux yeux des décisionnaires interrogés. Dans la suite, nous effectuons une restitution selon l'approche importants vs secondaires, puis nous proposons une analyse croisée.

3.3.1 Les motivations – bénéfiques de l'usage de l'IoT

Comme indiqué ci-dessus, nous présentons d'abord les motivations – bénéfiques les plus importants pour les répondants. Le nombre de construits inférés étant 49, nous considérons les 25 premiers selon l'ordre consensus comme les plus importants pour les répondants. Ensuite, nous présentons les motivations – bénéfiques secondaires qui correspondent aux 24 derniers construits selon l'ordre consensus.

Les motivations – bénéfiques les plus importants de l'usage de l'IoT. Ils sont principalement relatifs à la dimension création de valeur (14 construits) comme l'indique le Tableau 3.4. La composante du BM Canvas ressources et compétences regroupe plus de la moitié des construits (9) reflétant les motivations – bénéfiques les plus importants. On retrouve par exemple au niveau de cette composante des construits concernant la collecte et l'analyse des données IoT, l'amélioration de l'efficacité opérationnelle, l'optimisation de la productivité des ressources. L'autre composante du BM Canvas relative à la création de valeur et ressortant au niveau des motivations – bénéfiques les plus importants est celle des activités clés, avec 5 construits. Par exemple, renforcer la rapidité de la prise de décision, améliorer des processus, mettre en place de nouveaux processus. Parmi les autres construits ressortant au début de l'ordre consensus, 7 sont relatifs à la capture de la valeur. Ils concernent l'amélioration de la rentabilité, la mise en place de nouveaux flux de revenus, mais aussi à la réalisation d'économies sur les coûts, notamment opérationnels, l'amélioration de la prévisibilité des coûts. La proposition et la fourniture de la valeur ne ressortent qu'à travers 4

construits concernant notamment l'opportunité que génère l'IoT d'améliorer la proposition de valeur, de se lancer sur de nouveaux segments et marchés.

N° Motivations - Bénéfices de l'usage de l'IoT	BM Canvas	Création de valeur (28 construits)
1 Améliorer le monitoring de la performance pour un service amélioré 6 Collecter de nouvelles données 7 Analyser la donnée 8 Améliorer l'efficacité opérationnelle (des ressources) 9 Améliorer l'efficacité du système IT 14 Optimiser la productivité des RH 17 Optimiser la durée de vie des actifs (machines et équipements) 18 Optimiser la productivité des ressources et capacités 3 (ex. améliorer la productivité) 19 Optimiser la productivité des ressources et capacités 1 (ex. optimiser l'utilisation des actifs) 27 Extraire de nouveaux insights 38 Optimiser la productivité des ressources et capacités 2 (ex. réduire le temps d'immobilisation des machines) 40 Pouvoir réaliser à distance les mises à jour des machines et équipements 43 Optimiser la sécurité des RH 46 Investir dans la technologie	Ressources & Compétences Clés (14 construits 29%)	
28 Dépasser la concurrence 31 Se focaliser davantage sur l'environnement 32 Nouvelle législation 33 Régulation (satisfaire les exigences réglementaires) 34 Imiter la concurrence 47 Coopétition (coopération entre concurrents pour réduire les risques dans un environnement incertain) 48 Menace des nouveaux entrants et start-up	Partenariats Clés (7 construits 14%)	
2 Améliorer l'efficacité organisationnelle 5 Nouveaux process 10 Amélioration des process 16 Prendre des décisions rapidement 21 Répondre à la demande d'utilisateurs finals 35 Améliorer l'efficacité organisationnelle 2 (ex. améliorer la communication entre départements) 36 Améliorer le time to market	Activités Clés (7 construits 14%)	
11 Changer de proposition de valeur (ex. changer notre BM actuel, adopter de nouveaux BM) 15 Améliorer la proposition de valeur (ex. améliorer qualité de service, améliorer compétitivité) 20 Proposer une offre globale cohérente 41 Améliorer la différenciation de la marque 42 Servicisation (ex. commercialiser des produits comme des services) 44 Créer une nouvelle proposition de valeur (ex. améliorer innovation produit, étendre le portefeuille produits) 49 Prix (ex. proposer le même produit à un prix inférieur)	Proposition de valeur (7 construits 14%)	Proposition et fourniture de la valeur (11 construits)
24 Pénétrer un nouveau segment ou marché 2 (ex. réaliser de la croissance sur des marchés connexes) 26 Pénétrer un nouveau segment ou marché 1 (ex. adresser de nouveaux clients)	Segments de clientèle (2 construits 4%)	
30 Améliorer l'expérience client 45 Améliorer la connaissance client	Relations avec les clients (2 construits 4%)	
3 Nouveaux revenus provenant de produits nouveaux 4 Nouveaux revenus provenant de produits existants 13 Améliorer la rentabilité 22 Nouveaux revenus 29 Revenus récurrents	Modèle de revenus (5 construits 10%)	Capture de la valeur (10 construits)
12 Logique de coûts (réduire les coûts) 23 Améliorer la transparence et la prévisibilité des coûts 25 Réduire les coûts récurrents, opérationnels 37 Réduire les coûts liés aux pertes et vols 39 Réduire les coûts liés au cycle de vie	Structure des Coûts (5 construits 10%)	

Tableau 3.4 : Résultats de la procédure calculatoire ordinale sur les motivations – bénéfices de l'usage de l'IoT

Les motivations – bénéfiques secondaires de l'usage de l'IoT. Dans cette deuxième partie de l'ordre consensus, la création de valeur est à nouveau la dimension du BM regroupant le plus grand nombre de construits (14). La moitié des construits relatifs à cette dimension concerne la composante du BM Canvas partenariats clés. On y retrouve notamment des construits relatifs à l'alignement sur la concurrence, l'anticipation de la menace que peuvent représenter les startups et autres nouveaux entrants potentiels, l'adaptation aux évolutions réglementaires. Ces motivations – bénéfiques de l'usage de l'IoT semblent donc être considérés de manière secondaire selon les décisionnaires interrogés. D'autres motivations – bénéfiques secondaires sont concernent la composante ressources et compétences du BM Canvas avec 3 construits. Par exemple la réduction des durées d'immobilisation des équipements, l'optimisation de la sécurité des membres de l'organisation. Pour la troisième composante habituellement rattachée à cette dimension de la création de valeur, les activités clés, elle regroupe deux construits apparaissant secondaires, notamment l'amélioration de la communication intra-organisationnelle, l'amélioration du *time to market*. Des aspects relatifs à la dimension de la capture de la valeur ressortent aussi parmi les motivations – bénéfiques secondaires, notamment la mise en place de revenus récurrents (ex. l'abonnement), la réduction des coûts des pertes et vols. Le reste des construits (7) reflétant des motivations – bénéfiques secondaires concerne la dimension de la proposition et de la fourniture de la valeur. Ce nombre représente près du double des construits de cette dimension ressortant parmi les motivations – bénéfiques importants. Autrement dit, l'essentiel des aspects relatifs à la proposition et à la fourniture de la valeur semblent secondaires pour les organisations qui routinisent l'IoT. Plus précisément, les aspects de cette dimension apparaissant secondaires concernent la disruption ou le changement radical de l'offre commercialisée, disruption prenant la forme d'une différenciation forte, la création d'une nouvelle offre, ou la servicisation par substitution de l'offre classique (par ex. par une approche *as-a-service*).

On retiendra que, globalement, les motivations – bénéfiques de l’usage de l’IoT sont en majorité relatifs à la création de valeur. Plusieurs construits relatifs à cette dimension du BM figurent aussi parmi les motivations – bénéfiques les plus importants de l’usage de l’IoT. Les opportunités que génère cette technologie pour mettre en place de nouveaux modèles de revenus apparaissent aussi parmi les motivations – bénéfiques considérés en premier lieu. En revanche, la mise en place de revenus récurrents, la disruption de la proposition de valeur, ou encore l’alignement sur les évolutions de l’environnement (réglementaire, concurrentiel) semblent secondaires.

3.3.2 Les challenges – risques de l’usage de l’IoT

Comme pour les motivations – bénéfiques, nous considérons les 25 premiers challenges – risques selon l’ordre consensus comme les plus importants pour les répondants. Ils sont considérés en priorité par les organisations introduisant l’IoT dans leurs systèmes d’activités. Les 24 suivants sont considérés comme secondaires.

Les challenges – risques les plus importants de l’usage de l’IoT. Au titre des challenges – risques les plus importants qu’examinent en priorité les organisations qui routinisent l’IoT, plus des deux tiers (17) sont relatifs à la création de valeur. Les trois composantes du BM relevant de cette dimension, en l’occurrence les ressources et compétences (6), les partenaires clés (6), et les activités clés (5) regroupent des nombres de construits similaires. Autrement dit, les trois composantes sont considérées de manière similaire en termes d’importance des challenges – risques de l’IoT pour les organisations. Sur ces trois composantes, les répondants expriment des inquiétudes importantes à propos de la donnée IoT (ex. éventuelle difficulté à y accéder, éventuelle faiblesse en termes d’intégrité¹⁹⁷, éventuelle difficulté à stocker, éventuelle difficulté à exploiter les données pour en tirer des enseignements), du legacy, des fournisseurs de compléments (difficultés éventuelles à identifier et à sélectionner les

¹⁹⁷ Voir la discussion sur la qualité de la donnée IoT plus haut (p.125-126) dans le manuscrit.

partenaires pertinents), de plusieurs aspects internes (ex. insuffisance de la compréhension des bénéfices de l'usage de l'IoT, l'insuffisant soutien des dirigeants, l'absence de stratégie). Au niveau de la capture de la valeur, 7 construits traduisent des inquiétudes et des incertitudes importantes des organisations à propos des risques de sécurité et de confidentialité, des coûts d'entrée ou récurrents, et du retour sur investissement. Un construit relatif à la dimension proposition et fourniture de la valeur apparaît aussi parmi les challenges – risques considérés comme les plus importants. Il évoque le risque du changement de l'offre pour mettre en place une approche connectée.

N° Challenges - Risques associés à l'usage de l'IoT	BM Canvas	
<ul style="list-style-type: none"> 1 Difficultés pour extraire de nouveaux insights 5 Difficultés pour stocker, centraliser les données 13 Difficultés à accéder aux données 17 Machines et équipements hérités (ex. besoin de rétrofit) 23 Insuffisance des compétences/capacités des RH 24 Intégrité faible des données 30 Absence d'équipe dédiée, de leadership 31 Système IT hérité 33 Insuffisance de l'expertise interne 36 Difficultés pour analyser les données 42 Incertitudes à propos de la propriété et la portabilité des données 44 Faiblesse de l'infrastructure technologique 	<p>Ressources & Capacités Clés (12 construits 24%)</p>	Création de valeur (38 construits)
<ul style="list-style-type: none"> 4 Difficultés pour identifier les bons partenaires (complexité de l'écosystème) 11 Insuffisance, manque d'interopérabilité 12 Aspects sociétaux (ex. destruction d'emplois) 16 Non fiabilité de la technologie 18 Non maturité de la technologie 21 Non maturité des normes et standards 26 Non consolidation des normes et standards pour qu'il n'en reste qu'un petit nombre 27 Non homogénéité des normes et standards 32 Aspects sociétaux (ex. inquiétudes exprimées par les politiques et la société civile) 34 Absence, insuffisance de solutions sur-mesure 35 Absence, insuffisance de fournisseurs pertinents 39 Régulation contraignante 40 Absence de standards ouverts (open source) 41 Exigences des clients à propos des standards 43 Incertitudes à propos de la stabilité et de la pérenité des partenaires 45 Faiblesse de l'infrastructure publique 47 Incertitudes à propos de l'environnement économique 		
<ul style="list-style-type: none"> 7 L'entreprise ne s'est pas encore suffisamment penchée sur le sujet de l'IdO 9 Difficultés d'intégration IT-OT 14 Difficultés à monter en charge 20 Insuffisance/absence de la perception des apports bénéfiques de l'IdO 22 Délais de réalisation (trop) longs 28 Absence de stratégie pour tirer profit de la donnée 29 Barrières internes à l'organisation 37 Insuffisance/absence de volonté et de stratégie du top management 49 Pas de besoin précis pour l'instant 	<p>Activités Clés (9 construits 18%)</p>	

(Suite)

10	Risque résultant du changement de proposition de valeur pour un modèle connecté	Proposition de valeur (3 construits 6%)	Proposition et fourniture de la valeur (4 construits)
38	Offre non adaptée (ex. les produits ou services ne proposent pas d'aspects IdO pertinents)		
48	Absence de business case		
		Réseau de distribution (aucun construit 0%)	
46	Insuffisance de la notoriété de l'IdO auprès de clients	Segments de clientèle (1 construit 2%)	Capture de la valeur (7 construits)
		Relations avec les clients (aucun construit 0%)	
		Modèle de revenus (aucun construit 0%)	
2	Faibles de sécurité	Structure des coûts (7 construits 14%)	
3	Risques de violation de la confidentialité		
6	Risques de sécurité		
8	Ticket d'entrée élevé		
15	Incertitude sur le ROI		
19	Problèmes de confidentialité		
25	Récurrence de certains coûts (ex. abonnement à des solutions logicielles pour traiter la donnée)		

Tableau 3.5 : Les résultats de la procédure calculatoire ordinale sur les challenges – risques de l'usage de l'IoT

Les challenges – risques secondaires de l'usage de l'IoT. Dans cette deuxième partie de l'ordre consensus où 24 construits reflètent les challenges – risques que les décisionnaires considèrent comme secondaires, 21 sont relatifs à la création de valeur et soulignent des inquiétudes et des incertitudes concernant notamment la composante partenariats clés du BM Canvas (11 construits) où les répondants attribuent une faible importance à des aspects comme le manque de solutions sur-mesure proposées par les fournisseurs de compléments, l'absence de fournisseurs pertinents de compléments, les interrogations sur la stabilité des fournisseurs de compléments. Pour les ressources et compétences (6 construits) et les activités clés (4 construits), les organisations s'inquiètent peu par exemple de la propriété et de la portabilité de la donnée IoT, de la difficulté à analyser la donnée IoT, des barrières internes et de la faiblesse de la volonté interne. Les trois autres construits sont relatifs à la proposition et à la fourniture de la valeur et concernent des aspects comme des produits inadaptés (pour intégrer des fonctionnalités ou des services IoT par exemple) et l'insuffisante connaissance de l'IoT par les clients.

Globalement, on retiendra que l'essentiel des challenges – risques de l'usage de l'IoT se rapporte à la création de valeur, dimension agréant aussi la majorité des motivations – bénéfiques. Au rang des inquiétudes et des incertitudes considérées comme importantes, il est notamment évoqué les risques de sécurité et de confidentialité, le niveau élevé des coûts initiaux et la récurrence des coûts d'exploitation IoT, les difficultés relatives aux données IoT et les difficultés organisationnelles.

3.3.3 Analyse croisée des motivations – bénéfiques et challenges – risques

Dans cette dernière section de la restitution des résultats de la procédure calculatoire ordinale, nous effectuons une lecture croisée des motivations – bénéfiques et challenges – risques tels qu'ils ressortent dans les deux ordres consensus. Cette lecture croisée est déclinée suivant les trois dimensions du BM.

Création de valeur. Elle agrège la plus grande partie des construits, tant pour les motivations – bénéfiques, que pour les challenges – risques. Elle apparaît donc être la plus considérée par les organisations qui routinisent l'IoT. Au niveau de cette dimension, les organisations considèrent par exemple les opportunités qu'ouvre l'IoT pour améliorer l'efficacité et la productivité, améliorer la prise de décisions, améliorer les processus ou mettre en place de nouveaux processus. En revanche, elles sont particulièrement attentives à des challenges – risques comme les difficultés relatives à la donnée IoT, le legacy et la dette technologique, l'identification des fournisseurs de compléments indispensables. Ces aspects peuvent en effet entraver la création de valeur. Les résultats de la procédure calculatoire indiquent aussi que les organisations considèrent comme secondaires les challenges – risques relatifs à la propriété et à la portabilité de la donnée IoT et d'autres aspects concernant les fournisseurs de compléments.

Proposition et fourniture de la valeur. Globalement, cette dimension regroupe peu de construits reflétant les motivations – bénéfiques et les challenges – risques de l'IoT. Les

opportunités qu'offre l'IoT pour améliorer ou changer l'offre commercialisée représentent l'une des motivations les plus importantes de l'usage de l'IoT selon les répondants, qui soulignent en même temps les risques du changement conduisant à la mise en place d'une approche connectée de l'offre commercialisée. La disruption de la proposition de valeur semble être, en conséquence, une motivation secondaire. Les opportunités qu'offre l'IoT pour améliorer la connaissance et l'expérience client apparaissent également secondaires. En revanche, pouvoir adresser de nouveaux marchés, de nouveaux clients en routinisant la technologie, fait partie des motivations les plus importantes.

Capture de la valeur. Plusieurs construits relatifs à cette dimension apparaissent parmi les motivations – bénéfiques et challenges – risques les plus importants des répondants. Par exemple, les opportunités de réaliser des économies de coûts, notamment opérationnels, constituent l'une des motivations prioritaires de l'usage de l'IoT. En revanche, les coûts initiaux et les coûts récurrents découlant de l'usage de la technologie génèrent des inquiétudes importantes. Les risques de sécurité et de confidentialité auxquels s'exposent les organisations, et les coûts supplémentaires qu'ils entraînent, sont également considérés de manière importante par les organisations, et peuvent inhiber les initiatives des organisations pour intégrer et routiniser l'IoT.

Globalement, les résultats de la procédure calculatoire permettent d'identifier les motivations – bénéfiques les plus importants (resp. secondaires) de l'usage de l'IoT pour les organisations qu'interrogent les études sélectionnées. Ces résultats font aussi ressortir divers aspects sur lesquels il est possible de s'appuyer, dans une approche abductive, pour expliquer les changements du BM qu'entraîne l'IoT. Nous en discutons dans la section suivante.

3.4 Discussion

L'étude que présente cette partie du manuscrit explore les changements de Business Model que réalisent les organisations qui routinisent l'IoT. Elle vise notamment à expliquer la

concrétisation (le comment) des changements en éclairant le mécanisme causal qu'orchestrent les organisations. Dans cette section donc, nous présentons les principaux changements de BM (formes) qu'entraîne la technologie et que concrétisent les organisations. Nous éclairons ensuite comment (mécanisme) sont concrétisés ces changements. Mais avant la présentation de ces deux éléments prenant appui sur une analyse abductive, nous effectuons un bref focus sur le pourquoi (antécédent) des changements de BM. Plusieurs propositions théoriques complètent les discussions que propose cette section.

3.4.1 Les antécédents des changements de Business Model

Foss & Saebi (2017 p.201) observent que la littérature, théorique comme empirique, sur les changements de BM n'examine pas systématiquement les motivations¹⁹⁸ ou les antécédents de ces changements. De manière convergente, Krantz *et al.* (2016 p.480-481) soulignent que l'examen du pourquoi des changements de BM demeure un gap de la littérature concernant notamment les changements des BMs des organisations établies. Dans la présente étude, les résultats de la phase qualitative de la méta-analyse suggèrent l'usage de l'IoT comme le précurseur, l'antécédent, le déclencheur des changements de BM. Souvent, l'acquisition et l'usage routinisé de la technologie conduisent à des changements au niveau de plusieurs dimensions du BM. Par exemple, Wiener *et al.* (2020 p.73) suggèrent le terme de *technology push*¹⁹⁹ pour refléter ce rôle précurseur de l'usage de la technologie pour les changements de BM. Plusieurs travaux (Foss & Saebi, 2017 ; Krantz *et al.*, 2016 ; Paiola & Gebauer, 2020 ; Pateli & Giaglis, 2004 pour ne citer que ces exemples) soulignent aussi le rôle déclencheur ou précurseur de la technologie pour la réalisation de changements du BM. Cependant, au-delà de l'usage de la technologie, c'est surtout la volonté de l'organisation de réaliser de la valeur, l'intention stratégique concernant la matérialisation de la valeur qui motive les changements de BM. En effet, l'usage routinisé de la technologie est lui-même impulsé par l'intention

¹⁹⁸ Drivers

¹⁹⁹ Emphase originale

stratégique, motivé par la volonté de l'organisation de réaliser davantage de valeur. En conséquence, c'est en réalité la perspective de générer davantage de valeur (par ex. économique) qui motive le déploiement des changements de BM. Wiener *et al.* (2020 p.73) mentionnent dans ce sens en guise d'antécédents les bénéfices anticipés, la valeur potentielle pouvant découler des transformations et des innovations accompagnant les changements de BM. Foss & Saebi (2017 p.211-212) aussi soulignent comme antécédent des changements de BM la volonté de l'organisation de tirer profit d'opportunités nouvelles qu'offre une technologie digitale spécifique. Dans notre étude, les résultats de la procédure calculatoire ordinale mettent en évidence plusieurs motivations importantes pour les organisations comme l'amélioration de l'efficacité et de la productivité, l'amélioration des processus, la réalisation d'économies sur les coûts, la mise en place de nouveaux flux de revenus. Ces motivations reflètent des formes de valeur que ciblent les organisations dans le cadre de l'usage de l'IoT et les conduisant à réaliser des changements de BM. Une telle analyse perçoit les changements de BM comme une étape intermédiaire (paramètre médiateur) vers la réalisation d'autres formes de la valeur de la technologie tels que les changements de processus, et l'amélioration des performances économiques (Baden-Fuller & Haefliger, 2013 ; Chesbrough & Rosenbloom, 2002 ; Foss & Saebi, 2017). Nous formulons en conséquence les propositions suivantes :

Proposition 13a : L'intention stratégique, la volonté de l'organisation de tirer profit de l'IoT ont une influence directe positive sur la concrétisation des changements de BM.

Proposition 13b : L'intention stratégique, la volonté de l'organisation de tirer profit de l'IoT ont une influence indirecte positive sur la matérialisation de la valeur de la technologie (ex. amélioration de la productivité, progression des revenus), avec les changements de BM comme paramètre médiateur.

3.4.2 Deux principaux changements de Business Model qu'entraîne l'IoT

L'analyse de l'ampleur du changement, ou l'identification de ce qui change, est une approche classique de la littérature sur les changements de BM (Krantz *et al.*, 2016). En conséquence,

la présente étude propose aussi d'éclairer les aspects du BM qui changent dans le cadre de l'usage de l'IoT. En nous appuyant sur les résultats de la méta-analyse, deux principaux changements sont discutés dans cette section : 1- la reconfiguration de la dimension création de valeur, et 2- la mise en place d'un BM dual.

La reconfiguration de la création de valeur. Les résultats de la méta-analyse indiquent que la dimension création de valeur est considérée comme la plus importante par les répondants aux études sélectionnées. Elle agrège le plus grand nombre des construits ressortant dans la première moitié des deux ordres consensus. Elle est donc une dimension centrale des changements de BM qu'entraîne l'IoT. La majorité des travaux empiriques (Tableau 3.2 p.201-202) examinant les changements de BM qu'introduit cette technologie (Arnold *et al.*, 2016 ; Dijkman *et al.*, 2015 ; Haaker *et al.*, 2021 ; Kiel *et al.*, 2017 ; Leminen *et al.*, 2018 ; Metallo *et al.*, 2018 ; Tesch *et al.*, 2017) présentent des conclusions similaires. Au-delà de ces travaux focalisés sur le BM et les changements de BM, la littérature en management en général accorde une attention importante au concept de création de valeur. Bigelow & Barney (2021 p.529) estiment par exemple qu'il est au cœur de la discipline du management stratégique et de plusieurs théories qui y sont développées. On retrouve aussi la création de valeur au cœur des intérêts de recherche en MSI comme le rappelle la première partie du manuscrit. En d'autres termes, la création de valeur se situe au cœur des préoccupations organisationnelles au sens large. L'organisation doit en effet être capable de créer suffisamment de valeur pour elle-même, mais aussi pour les multiples parties prenantes participant à son système d'activités. Si la valeur créée n'est pas suffisante pour « rémunérer » les investissements et les efforts de production de l'organisation, mais aussi des partenaires, ces derniers peuvent cesser leur collaboration avec l'organisation pour aller dans des arrangements davantage rémunérateurs mis en place par d'autres organisations. Or la perte de partenaires précieux peut entraîner l'échec de l'organisation et de son BM. Bien qu'Amit &

Zott (2001) indiquent qu'il est possible pour l'organisation de mettre en place une approche de lock-in pour rendre coûteuse la rupture de la collaboration pour les partenaires, cela peut être insuffisant pour se prémunir contre de telles ruptures. En prenant en considération ces éléments, nous formulons les propositions suivantes :

Proposition 14a : La routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur la concrétisation de changements de la dimension création de valeur du BM.

Proposition 14b : La routinisation de l'IoT a une influence indirecte positive sur la fourniture et/ou le partage de la valeur avec les parties prenantes au système d'activités de l'organisation, avec les changements de la dimension création de valeur du BM comme paramètre médiateur.

Le déploiement d'un BM dual. Parmi les motivations – bénéfiques de l'usage de l'IoT les plus importants selon l'ordre consensus, les décisionnaires interrogés mentionnent les opportunités qu'offre la technologie pour mettre en place de nouvelles formes de revenus. Les opportunités qu'ouvre la technologie pour adresser de nouveaux clients ou de nouveaux marchés sont aussi considérées parmi les motivations – bénéfiques les plus importants. En revanche, les répondants considèrent peu la disruption de la proposition de valeur qu'ouvre l'IoT. Autrement dit, il est envisageable pour les organisations d'adresser de nouveaux marchés et segments de clients, et de mettre en place de nouvelles formes de revenus, sans réaliser « de manière symétrique » une disruption de la proposition de valeur ou de l'offre commercialisée. Des travaux récents (Laudien & Daxböck, 2016) proposent à cet effet la convocation d'une configuration duale avec le déploiement d'un nouveau BM distinct du BM classique de l'organisation. Laudien & Daxböck (2016) indiquent que cette configuration permet aux organisations établies de continuer à adresser leurs marchés et leurs segments de clients classiques, en s'appuyant sur leurs BMs conventionnels. Tout en testant en parallèle de nouveaux BMs, intégrant de nouvelles propositions de valeur basées sur l'IoT, pour adresser des marchés et des segments de clients nouveaux, émergents. La configuration duale permet ainsi à l'organisation de limiter l'impact pour sa survie d'un éventuel échec du nouveau BM

basé sur l'IoT, tout en tirant profit des opportunités qu'offre la technologie pour mettre en place de nouveaux revenus. EDF et Soweé représentent une illustration de la mise en œuvre de la configuration duale. Lancé par EDF, Soweé est un fournisseur d'électricité à part entière qui commercialise une offre basée sur une station domotique connectée pouvant être pilotée à distance, à partir d'un smartphone par exemple. Soweé génère pour EDF de nouveaux flux de revenus, sur un marché émergent (celui de la maison connectée). Parallèlement, EDF poursuit la commercialisation de ses offres classiques sur son marché conventionnel. Nous formulons alors les propositions ci-dessous :

Proposition 15a : La routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur le déploiement d'un BM dual.

Proposition 15b : La routinisation de l'IoT a une influence directe nulle sur la disruption de la proposition de valeur actuelle.

Proposition 15c : La routinisation de l'IoT a une influence indirecte positive sur la mise en place de nouveaux flux de revenus, avec le déploiement d'un BM dual comme paramètre médiateur.

Proposition 15d : La routinisation de l'IoT a une influence indirecte positive sur l'entrée sur de nouveaux marchés, avec le déploiement d'un BM dual comme paramètre médiateur.

Plusieurs académiques (Markides, 2013, 2015 ; Massa *et al.*, 2017 ; Teece, 2018b) soulignent aussi l'intérêt de l'approche duale pour les changements de BM. Elle a par ailleurs l'avantage de limiter, dans une certaine mesure, l'influence inhibitrice de plusieurs aspects organisationnels mentionnés plus haut, comme la résistance de parties prenantes internes, les choix historiques. Teece *et al.* (1997 p.520) soulignent aussi que l'approche duale peut faciliter l'introduction et la routinisation d'une nouvelle technologie impliquant parfois la mise en place de nouveaux processus ne pouvant être mis en place sans une radicale reconfiguration de la structure organisationnelle existante. Néanmoins, la configuration duale soulève d'autres challenges organisationnels. Par exemple, comment éviter les conflits entre les deux BM pour l'exploitation des ressources polyvalentes de l'organisation, et des ressources complémentaires que fournissent les partenaires. Comment éviter les confusions et

les biais cognitifs dans la prise de décision (Chesbrough, 2010 ; Haaker *et al.*, 2021 ; Massa *et al.*, 2017). Pour adresser ces challenges, plusieurs contributions (Krantz *et al.*, 2016 ; Markides, 2013, 2015) suggèrent les mécanismes de l'ambidextrie organisationnelle dont les méthodes permettent à l'organisation d'opérer de manière alignée et efficace ses activités conventionnelles en orchestrant ses ressources et compétences polyvalentes actuelles, tout en explorant simultanément de nouvelles perspectives avec le développement ou l'acquisition de nouvelles ressources et compétences pour s'aligner sur un environnement changeant (Krantz *et al.*, 2016). Nous formulons en conséquence les propositions ci-dessous :

Proposition 15e : L'ambidextrie organisationnelle a une influence directe positive sur le déploiement du BM dual basé sur l'IoT pour adresser de nouveaux marchés, mettre en place de nouveaux flux de revenus.

Proposition 15f : L'ambidextrie organisationnelle a une influence indirecte positive sur l'adaptabilité de l'organisation à l'environnement avec le déploiement du BM dual basé sur l'IoT comme paramètre médiateur.

L'analyse que propose cette section sur les formes des changements de BM qu'entraîne l'IoT contribue à répondre à la question de recherche 5b soulignée plus haut dans le manuscrit (voir p.131) concernant les changements de BM en tant que valeur médiatrice découlant de l'usage de l'IoT.

3.4.3 Le mécanisme des changements de Business Model

Dans cette section, nous éclairons le mécanisme dont l'orchestration conduit à la réalisation des changements de BM identifiés ci-dessus. Pour rappel, le « Business Model et le changement du Business Model ne sont pas directement observables. Nous observons des constellations spécifiques d'activités dédiées à la création, à la fourniture, et à l'appropriation de la valeur, et avons décidé d'appeler ces constellations « Business Model », et les changements au niveau de ces constellations « changements de Business Model ». Ainsi, le Business Model et les changements de Business Model sont, bien évidemment, des abstractions conceptuelles, des construits théoriques » (Foss & Saebi, 2018 p.10). Si le BM et

les changements de BM sont des abstractions conceptuelles inférées, ici de manière abductive, le mécanisme causal des changements de BM l'est tout autant. Toutefois, le mécanisme, tout comme le BM et les changements de BM, n'en existent pas moins en nous référant à la perspective du réalisme critique comme expliqué plus haut²⁰⁰. En tenant compte de la stratification que propose cette perspective philosophique, le BM et les changements de BM correspondent à des événements de la strate de l'*Actuel*. Ils se reflètent parfois à travers des faits (ici les motivations – bénéfiques, et challenges – risques) qui sont observables au niveau de la strate de l'*Empirique*. En revanche, le mécanisme à l'œuvre, la force causale à l'origine des changements, opère au niveau de la strate du *Réel*. Ces rappels effectués, nous discutons ci-dessous du mécanisme causal conduisant aux changements de BM dans le cadre de l'usage de l'IoT.

Les résultats de la méta-analyse, tant pour les motivations – bénéfiques que pour les challenges – risques soulignent l'importance des ressources de l'organisation (équipements, ressources humaines), l'importance de processus plus efficaces, pour réaliser de la valeur dans le cadre de l'usage de l'IoT. Les résultats soulignent aussi le rôle important des données IoT. En parallèle, les difficultés pour identifier les partenaires pertinents avec qui collaborer émergent parmi les challenges – risques les plus importants. Cela suggère en miroir un rôle important pour les partenaires ou les fournisseurs de compléments. Ces partenaires et fournisseurs de compléments sont notamment indispensables pour stocker, traiter, analyser les données IoT qui correspondent ici à des ressources polyvalentes importantes. Elles sont polyvalentes parce qu'elles peuvent rendre plusieurs services différents, et peuvent être facilement redéployées vers de nouveaux besoins, de nouveaux usages, éventuellement de nouveaux partenaires ou fournisseurs de compléments (Penrose, 2009 ; Schroeder *et al.*, 2019). Les compléments indispensables à l'exploitation des données IoT sont souvent des compléments technologiques

²⁰⁰ Voir p.55-56 du manuscrit

(ex. solutions de *big data analytics* ; plateformes digitales accessibles dans le cloud pour exploiter les données) et innovateurs (ex. nouvelles fonctionnalités que proposent les éditeurs de logiciels et de plateformes et permettant d'améliorer l'exploitation des données, ou de créer de nouvelles possibilités pour exploiter les données).

Certaines ressources humaines, et certains équipements peuvent aussi être considérés comme polyvalents parce qu'ils peuvent rendre plusieurs services différents à l'organisation, parce qu'ils sont redéployables vers de nouveaux besoins. Pour le déploiement d'un BM dual par exemple, l'organisation va éventuellement réorienter certaines de ses ressources humaines et matérielles vers le nouveau BM. Ces ressources redéployées s'appuieront sur les données IoT et les compléments externes technologiques et innovateurs pour la mise en œuvre réussie du BM dual. Autrement dit, l'orchestration de la combinaison des ressources polyvalentes avec les compléments externes permet de concrétiser et d'opérer avec succès le BM dual. Un schéma similaire est à l'œuvre pour la reconfiguration de la dimension création de valeur du BM conventionnel. Par exemple, Renault²⁰¹ a conclu un accord avec Google Cloud Platform pour s'appuyer sur les ressources *big data analytics* que fournit cet éditeur sur sa plateforme. L'accès à de telles ressources permet à Renault de mieux exploiter les données collectées dans ses usines via son infrastructure IoT. L'analyse en continu des flux de données IoT permet à l'organisation manufacturière d'identifier des sources d'inefficacité et des opportunités de reconfiguration à réaliser au niveau de son système d'activités pour améliorer la productivité, réduire les coûts, en un mot générer davantage de valeur économique. Les opportunités de reconfiguration peuvent inclure de nouvelles manières d'utiliser certains de ses équipements et machines de production.

On retiendra donc que l'organisation doit orchestrer la combinaison de ses ressources polyvalentes avec les compléments technologiques et innovateurs que fournissent les tiers

²⁰¹ Cette illustration est issue d'un article de presse du 09 juillet 2020 publié sur usinenouvelle.com et intitulé « Pourquoi le fabricant de voitures Renault s'allie à Google Cloud ».

pour réussir les changements de BM, qu'il s'agisse du déploiement d'un BM dual ou de la réalisation de changements de la création de valeur. Non polyvalentes, les ressources peuvent difficilement permettre la matérialisation des changements, des nouveaux usages envisagés. Sans le support des compléments externes, l'organisation peut difficilement et durablement réussir à effectuer les changements. En tenant compte de cette analyse, nous émettons les propositions suivantes :

Proposition 16a : L'absence de combinaison entre les ressources polyvalentes et les compléments externes technologiques et innovationnels a une influence directe négative sur la réalisation des changements de Business Model qu'entraîne l'IoT.

Proposition 16b : L'orchestration de la combinaison des ressources polyvalentes avec les compléments externes technologiques et innovationnels a une influence directe positive sur le déploiement du BM dual basé sur l'IoT.

Proposition 16c : L'orchestration de la combinaison des ressources polyvalentes avec les compléments externes technologiques et innovationnels a une influence directe positive sur changements qu'entraîne l'IoT pour la dimension création de valeur du BM.

Proposition 16d : L'orchestration de la combinaison des ressources polyvalentes avec les compléments externes technologiques et innovationnels a une influence indirecte positive sur la matérialisation de la valeur économique de l'IoT (ex. amélioration de la productivité, réduction des coûts, progression des revenus), avec les changements de BM comme paramètre médiateur.

Le niveau de polyvalence des ressources peut néanmoins être négativement affecté par la dette technologique qu'accumule l'organisation (Ramasubbu & Kemerer, 2016 ; Rolland *et al.*, 2018). Par exemple, la non mise à jour de l'infrastructure technologique de l'organisation, l'insuffisante formation des ressources humaines TIs sur des technologies récentes peuvent limiter la polyvalence de ces ressources, réduire l'étendue ou la diversité des services qu'ils peuvent rendre, limiter leur redéployabilité vers de nouveaux besoins. Ces situations de gap négatif de l'infrastructure de l'organisation par rapport aux technologies récentes disponibles sur le marché ou dans l'environnement peuvent aussi empêcher la combinaison avec les compléments technologiques et innovationnels externes indispensables, ces derniers pouvant proposer des fonctionnalités incompatibles avec l'état actuel de l'infrastructure technologique de l'organisation. En conséquence, la dette technologique peut entraver les perspectives de

changements de BM, les rendre coûteux (Rolland *et al.*, 2018 ; Schroeder *et al.*, 2019). Les résultats de la méta-analyse soulignent les inquiétudes des décisionnaires concernant cet aspect. L'infrastructure héritée est considérée comme un challenge important, de même que l'insuffisance des compétences disponibles. De récents travaux (Schroeder *et al.*, 2019 ; Warner & Wäger, 2019) rappellent aussi de ne pas mésestimer l'importance de tels facteurs inhibiteurs. Nous formulons alors les propositions ci-dessous :

Proposition 16e : La dette technologique a une influence directe négative sur la combinaison des ressources polyvalentes de l'organisation avec les compléments technologiques et innovatifs indispensables.

Proposition 16f : La dette technologique a une influence indirecte négative sur la matérialisation des changements de BM qu'entraîne l'IoT, avec comme paramètre médiateur la combinaison des ressources polyvalentes avec les compléments technologiques et innovatifs indispensables.

Si le mécanisme causal des changements de BM est explicité, il reste à préciser comment il est orchestré. Dans l'ordre consensus des motivations – bénéfiques, l'ensemble des aspects relatifs à l'alignement sur les évolutions de l'environnement sont peu considérés par les répondants, et sont donc secondaires dans le cadre de l'usage de l'IoT. En d'autres termes, l'adaptation ou l'alignement sur l'environnement n'est pas considéré parmi les précurseurs les plus importants de l'usage de l'IoT. Cela suggère, en s'appuyant sur la littérature sur les changements de BM (Demil & Lecocq, 2010 ; Foss & Saebi, 2017 ; Sosna *et al.*, 2010) ou sur la perspective penrosienne, que l'orchestration de la combinaison des ressources polyvalentes avec les compléments externes relève surtout d'une incitation interne et volontaire, guidée par des choix managériaux. Toutefois, pour plusieurs changements de BM, il n'est pas simple d'en attribuer l'initiative à une incitation interne volontaire, ou à une incitation externe pour s'adapter à l'environnement ou pour améliorer sa position concurrentielle. Par exemple, la mise en place de nouveaux processus pour « améliorer la surveillance des machines pour une meilleure maintenance »²⁰² en contexte manufacturier en s'appuyant notamment sur les

²⁰² Item original traduit

données IoT peut être analysée à la fois comme résultant d'une incitation interne volontaire et d'une démarche externe émergente. La mise en place de tels processus de surveillance peut en effet découler d'initiatives managériales pour anticiper les pannes des machines et des équipements afin de réaliser des économies de coûts et d'améliorer la productivité. Elle peut aussi découler de la nécessité pour l'organisation de s'aligner sur les évolutions de la réglementation (ex. suivi de la performance énergétique des machines, des équipements, des bâtiments dont il faut rendre compte dans le rapport annuel de développement durable ou RSE requis pour certaines tailles d'organisation à but lucratif en France). Plus généralement, et comme le soulignent Demil & Lecocq (2010), les approches volontaires et émergentes des changements de BM peuvent être interdépendantes et alors être difficiles à dissocier. En dépit de la difficulté à distinguer l'incitation interne volontaire de l'approche externe émergente, nous formulons la proposition suivante :

Proposition 16g : L'effet direct positif de l'incitation interne volontaire sur l'orchestration de la combinaison des ressources polyvalentes avec les compléments technologiques et innovatifs est plus élevé que l'effet direct positif de l'incitation externe émergente sur l'orchestration de la combinaison des ressources polyvalentes avec les compléments technologiques et innovatifs.

De même, les motivations – bénéfiques les plus importants de l'usage de l'IoT renvoient peu à la disruption. Les changements inférés pour les trois dimensions du BM sont souvent de nature incrémentale, en visant surtout des optimisations et des améliorations. Elles concernent en revanche toutes les composantes du BM excepté le réseau de distribution. En lien avec les analyses que développent Foss & Saebi (2017), nous pouvons conclure que le mécanisme du changement est orchestré pour aboutir à un BM nouveau à l'échelle de l'organisation, mais pas de l'industrie. De manière cohérente, Suppatvetch *et al.* (2019) soulignent que dans le cadre de l'usage de l'IoT, la servicisation (une forme de changement de BM) permet d'étendre la proposition de valeur existante sans la disrupter. Laudien & Däxbock (2016) observent aussi que les usages les plus nombreux de l'IoT visent généralement des

changements de nature incrémentale comme les changements de processus opérationnels, la reconfiguration des relations avec les fournisseurs de compléments, la proposition de services additionnels à l'offre classique. Partant, nous émettons la proposition suivante :

Proposition 16h : L'orchestration de la combinaison des ressources polyvalentes avec les compléments externes technologiques et innovatifs entraîne des changements de BM nouveaux pour l'organisation mais existants déjà dans l'industrie.

À la suite des analyses proposées ici et répondant dans une certaine mesure à la question de recherche 5c soulevée plus haut²⁰³, nous discutons aussi ci-dessous des facteurs inhibiteurs.

3.4.4 Le dialogue face aux inhibiteurs des changements de Business Model

Nous mentionnons plus haut²⁰⁴ dans cette étude plusieurs inhibiteurs des changements de BM. L'ordre consensus des challenges – risques souligne aussi les inquiétudes et les incertitudes les plus considérées par les décisionnaires. Par exemple, ils mettent l'accent sur les incertitudes relatives à la transition de la proposition de valeur vers des approches connectées, au retour sur investissement étant donné les niveaux élevés des coûts initiaux et des coûts d'exploitation, à la plus-value potentiellement tirée des données, dont l'accessibilité et la qualité ne sont pas garanties par ailleurs. Les répondants mettent également l'accent sur les inquiétudes relatives à la sécurité et à la confidentialité. Laudien & Daxböck (2016) indiquent aussi que les organisations ont encore des incertitudes concernant les performances à long terme des approches connectées, les clients n'étant pas toujours ouverts à donner accès à leurs données, ou ne sont pas prêts à payer pour des services supplémentaires connectés. La littérature (Constantinides *et al.*, 2018 ; Feng & Shanthikumar, 2018 ; Schroeder *et al.*, 2019) mentionne aussi d'éventuelles difficultés pour accéder aux données IoT dans le contexte B-to-B. En outre, l'usage de l'IoT peut entraîner plusieurs vulnérabilités pour les organisations

²⁰³ Voir p.132 du manuscrit

²⁰⁴ Voir p.205-208 du manuscrit

comme les intrusions informatiques, la dépendance envers les partenaires²⁰⁵ (Birkel & Hartmann, 2019 ; Ransbotham *et al.*, 2016). Parmi ces différents challenges – risques qui peuvent empêcher la matérialisation des changements de BM, nous effectuons un bref focus sur les aspects organisationnels internes.

Les résultats de la méta-analyse pointent notamment l'insuffisante compréhension des bénéfices de l'IoT au sein de l'organisation, le manque de volonté ou l'absence de stratégie des décideurs et des managers. De tels éléments peuvent conduire à la résistance de membres de l'organisation, parfois à la lutte de pouvoir. Wessel *et al.* (2021) l'illustrent avec le cas d'une organisation où des salariés commerciaux entrent en résistance contre les changements de BM qu'offre l'IoT. Foss & Saebi (2017 p.219) pointent aussi que les changements peuvent produire, au sein de l'organisation, des gagnants et des perdants, ces derniers pouvant entrer en résistance. Face à cette situation, le concept de dialogue productif discuté plus haut²⁰⁶ peut contribuer à mieux préparer et à réaliser les changements de BM. Grâce au dialogue productif, l'ensemble des membres de l'organisation peut participer dès le départ à la conception, à la préparation de l'introduction et de l'usage de l'IoT, et des changements subséquents du BM. Le dialogue productif peut permettre de réduire les risques de conflits internes se soldant par le départ de certains membres, dont par ailleurs l'expertise et les compétences sont utiles et donc coûteuses à remplacer. En tenant compte de ces éléments, nous formulons les propositions ci-après :

Proposition 17a : Le développement du dialogue productif entre les membres de l'organisation a une influence directe positive sur la gestion réussie des inhibiteurs internes organisationnels des changements de BM qu'ouvre l'IoT.

Proposition 17b : Le développement du dialogue productif entre les membres de l'organisation a une influence indirecte positive sur la matérialisation des changements de BM qu'ouvre l'IoT, avec la gestion réussie des inhibiteurs internes organisationnels comme paramètre médiateur.

²⁰⁵ Vendor lock-in

²⁰⁶ Voir p.166-169 du manuscrit

Les développements que présente cette section « discussion » mettent en perspective les résultats de la méta-analyse. Ils éclairent plusieurs aspects permettant de répondre de manière étendue à la question de recherche et de prolonger le cadre théorique développé. Dans la section suivante, nous soulignons plusieurs voies de recherche où nous invitons les chercheurs en MSI à poursuivre la réflexion sur les changements de BM qu'entraîne l'usage de l'IoT.

3.5 Voies de recherche

Si les résultats et leur discussion permettent de prolonger le cadre théorique développé pour expliquer les changements de BM résultant de l'usage de l'IoT, ils soulèvent aussi plusieurs questionnements. Dans cette section, nous les présentons en nous appuyant sur deux principaux aspects : 1- les mécanismes de coordination de la relation avec les fournisseurs de compléments, 2- les changements des dimensions création de valeur, et proposition et fourniture de la valeur.

3.5.1 Explorer les mécanismes de coordination des fournisseurs de compléments

Le mécanisme causal des changements de BM qu'explique l'étude présentée dans cette partie du manuscrit combine les ressources polyvalentes de l'organisation avec les compléments externes, technologiques et innovationnels. Il suppose donc des relations efficaces entre l'organisation et les fournisseurs de compléments. Des relations efficaces avec les tiers sont en effet inhérentes aux stratégies que mentionne Teece (1986, 2018a) pour l'accès²⁰⁷ aux compléments. Dans le cas particulier de technologies digitales comme l'IoT, la collaboration avec les fournisseurs de compléments, et donc le développement de relations efficaces avec eux, est essentielle comme le rappellent Rai & Tang (2014). Plusieurs travaux (Helfat & Raubitschek, 2018 ; Teece, 2018a) rappellent également que les relations, notamment de contractualisation, avec les fournisseurs de compléments impliquent des challenges de coordination. De manière surprenante, cet aspect ne semble pas être pris en compte par les

²⁰⁷ Voir p.149 du manuscrit

études sélectionnées pour notre procédure de méta-analyse. En effet, si l'ordre consensus des challenges – risques souligne l'importance de l'aspect inhibiteur de l'incapacité ou de la difficulté à identifier les fournisseurs de compléments pertinents avec lesquels collaborer, il ne fait en revanche émerger aucun aspect relatif à la coordination des relations avec les tiers parmi les incertitudes et les difficultés les plus importantes. De même, alors que la littérature (Constantinides *et al.*, 2018 ; Feng & Shanthikumar, 2018) insiste sur d'éventuelles tensions concernant la propriété et la portabilité des données IoT dans le cadre des relations avec les fournisseurs de compléments technologiques et innovationnels, les résultats de notre méta-analyse indiquent que ces questions sont secondaires pour les organisations. Cela suggère que ces aspects sont potentiellement surestimés dans la littérature, et que les organisations y prêtent donc peu attention. Ou alors, les arrangements contractuels et relationnels que mettent en place les organisations permettent de répondre efficacement à ces questions. Dans l'exemple de Renault avec Google Cloud Platform mentionné précédemment, le fabricant automobile indique que les données IoT restent sa propriété, sont hébergées à sa demande sur le continent européen, et ne sont accessibles qu'à ses membres²⁰⁸. Cet exemple est illustratif des arrangements possibles que déploient les organisations pour fiabiliser leurs relations avec les fournisseurs de compléments, et régler la question de la propriété et de la portabilité des données IoT. L'approche par le dialogue productif présentée précédemment peut aussi contribuer à la coordination des relations avec les fournisseurs de compléments. En dépit de telles possibilités, la compréhension de la coordination des relations avec les fournisseurs de compléments et de la gestion de la propriété des données IoT mérite davantage d'éclairage. En conséquence, nous invitons des travaux futurs à examiner les questions de recherche ci-après :

²⁰⁸ Voir article de presse publié sur silicon.fr le 9 juillet 2020 et titré « Industrie 4.0 : Renault s'embarque avec Google Cloud »

Question de recherche 11a : Quels arrangements permettent le développement de relations fiables avec les fournisseurs de compléments dans le cadre de l'usage de l'IoT pour s'assurer un accès idiosyncrasique et durable aux compléments technologiques et innovatifs ?

Question de recherche 11b : Quels arrangements permettent le développement de relations fiables avec les fournisseurs de compléments dans le cadre de l'usage de l'IoT pour s'assurer de la propriété et de la portabilité des données IoT ?

3.5.2 Explorer plus avant les reconfigurations de la création et de la proposition de valeur

En lien avec les résultats de la méta-analyse, nous mettons l'accent dans cette section sur des questionnements concernant la dimension création de valeur d'une part, et la proposition et la fourniture de la valeur d'autre part.

Création de valeur. Nos analyses indiquent que la création de valeur est la dimension du BM qui suscite le plus l'intérêt des organisations en termes de changements de BM qu'entraîne l'IoT. Les changements que réalisent les organisations pour cette dimension concernent souvent une amélioration de la productivité des ressources, et la mise en place de nouveaux processus. La littérature (Demil & Lecocq, 2010 ; Penrose, 2009) explique en écho que les ressources et les compétences de l'organisation sont rarement utilisées de manière optimale, ce qui ouvre des opportunités pour en améliorer l'exploitation, la productivité. Cela passe notamment par des reconfigurations des processus organisationnels actuels. Teece *et al.* (1997) indiquent aussi que l'introduction d'une nouvelle technologie dans le système d'activités implique souvent le déploiement de nouveaux processus. Toutefois, nos analyses empiriques dans cette partie n'explicitent pas ces reconfigurations et changements de processus. L'analyse de cette question que nous effectuons dans la première partie du manuscrit restant théorique, il y a alors lieu d'aller plus avant dans l'investigation des reconfigurations de processus qu'entraîne l'usage de l'IoT pour les documenter de manière empirique. D'où la question ci-après que nous invitons des travaux futurs à prendre en considération :

Question de recherche 12a : Dans le cadre de l'usage de l'IoT, quelles reconfigurations de processus sont réalisées en termes de changements de la dimension création de valeur du BM ?

Proposition et fourniture de la valeur. Deux aspects de la proposition et fourniture de valeur méritent d'être explorés plus avant dans le contexte de l'usage de l'IoT : 1- le réseau de distribution, et 2- la servicisation. Selon plusieurs travaux récents (Arnold *et al.*, 2016 ; Dijkman *et al.*, 2015 ; Kiel *et al.*, 2017), les opportunités que génère l'IoT permettent d'envisager des changements au niveau de la relation avec les clients. Par exemple, en mettant en place et en développant une relation directe avec les clients (Laudien & Daxböck, 2016). Si une relation directe avec les clients peut effectivement être bénéfique, les réseaux de distribution restent néanmoins indispensables pour accéder aux clients. Même si la composante réseau de distribution du BM Canvas ne ressort pas dans les items des études sélectionnées. D'un autre côté, Paiola & Gebauer (2020) indiquent que le réseau de distribution peut montrer un faible intérêt à accompagner l'organisation dans la mise en place d'offres basées sur l'IoT. Il est alors intéressant pour des recherches futures d'examiner les impacts de l'usage de l'IoT sur le réseau de distribution.

Question de recherche 12b : Quel est l'impact de l'usage de l'IoT sur les relations de l'organisation avec son réseau de distribution conventionnel ?

La littérature (Suppatvetch *et al.*, 2019) suggère aussi que l'un des types de changement de BM que déploient souvent les organisations qui routinisent l'IoT concerne la servicisation. La littérature (Ehret & Wirtz, 2017 ; Frank *et al.*, 2019 ; Paiola & Gebauer, 2020 ; Rymaszewska *et al.*, 2017 ; Schroeder *et al.*, 2019) en identifie plusieurs approches. Même si ce type de changement de la proposition de valeur semble être une approche secondaire selon les résultats de notre méta-analyse, il bénéficie d'une attention considérable de la part des praticiens comme des académiques dans le contexte actuel de la convergence digitale (voir les illustrations que présentent les travaux récents de Paiola & Gebauer, 2020 ; Rymaszewska *et al.*, 2017 ; Wessel *et al.*, 2021). Cependant, les travaux empiriques examinant les

changements de BM par la servicisation basée sur l'IoT sont encore peu nombreux (Frank *et al.*, 2019). Peu de connaissances sont ainsi disponibles à date sur l'intérêt profond des organisations pour la servicisation basée sur l'IoT, ou sur la manière dont les organisations s'appuient sur les opportunités qu'ouvre l'IoT pour matérialiser les approches de la servicisation. En conséquence, nous invitons des travaux futurs à accorder de l'intérêt aux questions suivantes :

Question de recherche 12c : Comment les organisations mettent en œuvre la servicisation dans le cadre de l'usage de l'IoT ?

Question de recherche 12d : Quels rôles jouent les fournisseurs de compléments dans la mise en œuvre de la servicisation basée sur l'IoT ?

3.6 Conclusion

Les changements de BM constituent l'une des sous-dimensions et formes de la valeur de l'IoT pour les organisations. Teece (2018b p.45) estime notamment que l'usage de cette technologie entraînera probablement une vague de changements du BM. Dans cette partie du manuscrit, nous examinons donc les changements de BM qu'entraîne l'IoT. Les développements effectués prolongent les analyses présentées dans la première partie de notre travail à propos de la valeur de l'IoT en tant que construit multidimensionnel. L'étude conduite ici identifie notamment deux formes de changements de BM, en l'occurrence le déploiement du BM dual, et la reconfiguration de la création de valeur. Elle explicite aussi le mécanisme causal dont l'orchestration conduit à la concrétisation de telles formes de changement de BM, et des changements de BM en général en tant que concrétisation de la valeur de la technologie. Ce faisant, nous complétons la littérature sur les changements de BM découlant de l'usage de l'IoT, et plus largement la littérature sur les changements de BM. Au niveau méthodologique, l'étude déploie une nouvelle procédure mixte de méta-analyse qui complète les procédures classiques actuelles (Combs *et al.*, 2019).

Si les analyses présentées permettent de répondre à la question de recherche, l'étude présente aussi plusieurs limites. Par exemple, elle s'appuie sur les réponses d'un seul type de public au sein de l'organisation, les décisionnaires. Les avis des membres en première ligne, plus opérationnels, ne sont pas pris en compte par le corpus empirique exploité. Une autre limite concerne les données que propose le corpus empirique. Elles couvrent une courte période de quelques années (2013 – 2017). En conséquence, des évolutions récentes au niveau des pratiques organisationnelles dont rendent compte les décisionnaires dans les études exploitées ont alors pu échapper à notre analyse. Plusieurs voies de recherche sont également présentées pour poursuivre les investigations du phénomène d'intérêt.

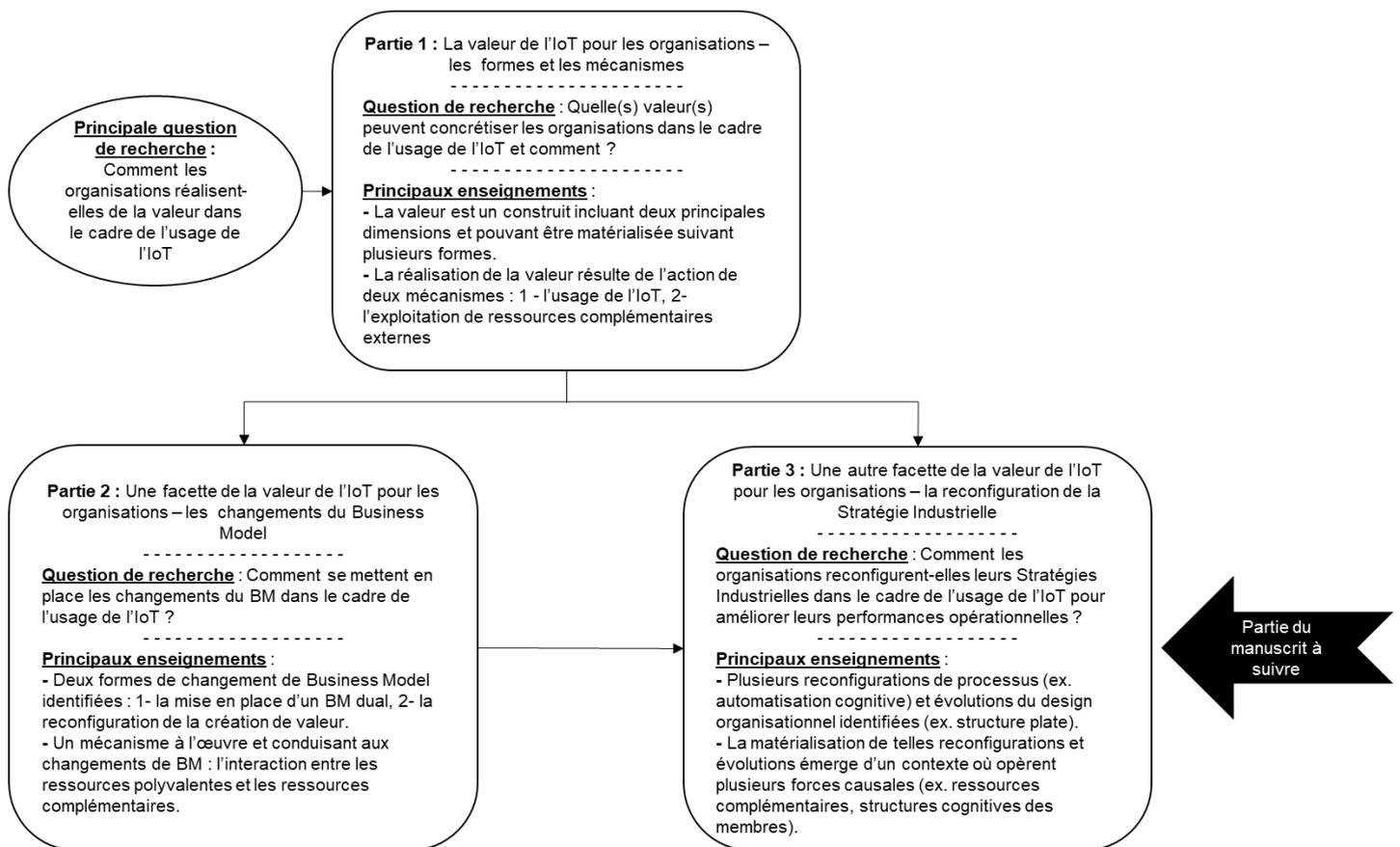


Figure 3.4 : Annonce de la partie 3 à suivre du manuscrit

La troisième partie du manuscrit (voir Figure 3.4) s'intéresse précisément à l'une de ces voies de recherche, en l'occurrence l'exploration plus avant de la dimension création de valeur du BM en examinant de manière empirique les reconfigurations et les changements de processus

qu'entraîne la routinisation de l'IoT. Cela contribue en même temps à répondre à l'une des questions de recherche soulevées dans la première partie, précisément la question de recherche 3 (voir p.123 du manuscrit). En s'intéressant à cette voie de recherche, la troisième partie examine par la même occasion l'autre principale dimension définie pour le construit de la valeur de l'IoT. Avec la troisième partie, les deux dimensions définies pour la valeur de la technologie dans ce manuscrit seront alors examinées de manière empirique.

Troisième partie :

Une autre facette de la valeur de l'IoT pour les organisations – la reconfiguration de la Stratégie Industrielle

Résumé

Dans la suite des analyses présentées depuis le début de notre travail doctoral, la troisième partie se focalise sur l'autre principale dimension de la valeur de l'IoT pour les organisations, à savoir les reconfigurations et les changements de processus. L'étude conduite dans cette partie s'appuie sur le contexte particulier des organisations manufacturières où la routinisation de l'IoT dans les systèmes d'activités est souvent importante. En conséquence, elle mobilise le prisme théorique de la Stratégie Industrielle (Skinner, 1969) qui présente la manière dont les organisations manufacturières conduisent leurs opérations, réalisent de la valeur (économique), développent des avantages concurrentiels. Cette théorie est combinée avec le PFI et les Capacités Dynamiques présentés précédemment. L'objectif est d'éclairer la structure causale des changements de la Stratégie Industrielle, et donc des reconfigurations et changements de processus, pouvant ensuite conduire à des améliorations des performances. En termes de méthodologie, cette partie s'appuie sur une étude de cas réaliste critique (Tsang, 2014 ; Wynn & Williams, 2012, 2020) qui explore les pratiques de huit organisations manufacturières routinisant l'IoT. Elle met en évidence le contexte d'émergence du phénomène d'intérêt et explique les changements que réalisent les organisations. Elle propose aussi une extension du contenu de la Stratégie Industrielle en prenant compte la cybersécurité. Cette partie du travail apporte plusieurs contributions à la littérature existante. Elle développe une théorie intégratrice et causale des reconfigurations de la Stratégie Industrielle. Elle propose aussi un nouvel éclairage concernant la structuration du contenu de la Stratégie Industrielle.

Mots clés : IoT, Stratégie Industrielle, Étude de cas réaliste critique, Structure causale, Contexte d'émergence.

Cette troisième et dernière partie du manuscrit s'intéresse à l'autre principale dimension de la valeur de l'IoT pour les organisations selon la conceptualisation développée plus haut, c'est-à-dire les reconfigurations et les changements de processus. Elle examine cette dimension de la valeur de l'IoT pour un type particulier d'organisations, en l'occurrence les organisations manufacturières. Elles sont connues²⁰⁹ pour leur usage important de cette technologie pour adresser une diversité de besoins opérationnels et/ou stratégiques et pour améliorer leur productivité, leurs performances. Pour ce type particulier d'organisation, la conception, le déploiement, les reconfigurations et les changements de processus sont réalisés dans le cadre plus global de la mise en œuvre de la Stratégie Industrielle²¹⁰. Les choix et les décisions concernant les processus manufacturiers relèvent en effet de la conception et du déploiement de la Stratégie Industrielle (Skinner, 1969). Examiner les processus et leurs changements dans le contexte particulier des organisations manufacturières revient alors dans une certaine mesure à analyser la Stratégie Industrielle, et inversement. D'où notre intérêt pour le prisme théorique de la Stratégie Industrielle. La question de recherche qu'adresse cette troisième partie est alors « *Comment les organisations reconfigurent-elles leurs Stratégies Industrielles dans le cadre de l'usage de l'IoT pour améliorer leurs performances opérationnelles ?* ». Pour examiner cette question, l'étude conduite développe et s'appuie sur un cadre théorique intégrateur qui combine la Stratégie Industrielle (Skinner, 1969, 1978), le PFI et les Capacités Dynamiques. Ce cadre théorique présente le contexte causal et les reconfigurations de la Stratégie Industrielle que peuvent réaliser les organisations manufacturières routinisant l'IoT et conduisant ensuite à des améliorations de leurs performances. Au niveau méthodologique,

²⁰⁹ Voir Fortier *et al.* (2019) dans une étude de Capgemini rappelée plus haut p.10. Voir aussi p.112, 117-118, 133 les exemples mentionnés précédemment que présentent Monteiro & Parmiggiani (2019) ou Østerlie & Monteiro (2020). Nous pouvons aussi rappeler l'exemple précédent de Renault (p.241 du manuscrit) qui utilise l'IoT pour améliorer ses processus manufacturiers et sa productivité.

²¹⁰ Manufacturing strategy. La traduction en Français souvent utilisée est Stratégie Industrielle. Voir par ex. Deher (1986 p.56)

cette partie de la recherche doctorale s'appuie sur une étude de cas réaliste critique²¹¹ (Tsang, 2014 ; Wynn & Williams, 2012, 2020) portant sur huit organisations ayant introduit l'IoT dans leurs systèmes d'activités manufacturières. L'étude documente les pratiques de ces organisations, et les analyses abductives effectuées éclairent la structure causale des reconfigurations de la Stratégie Industrielle. Elle propose alors plusieurs contributions à la littérature.

En termes de contribution théorique, l'étude développe un cadre théorique étendu expliquant les reconfigurations et les changements qu'entraîne l'IoT concernant les processus sous-jacents au système d'activités des organisations manufacturières. Ce faisant, elle explicite la structure causale des changements de la Stratégie Industrielle. À notre connaissance, la littérature actuelle n'éclaire pas le contexte causal de la Stratégie Industrielle et de ses changements. Le cadre théorique que développe cette partie réexamine aussi la théorie de la Stratégie Industrielle pour en proposer une nouvelle structuration correspondant davantage aux changements qu'entraîne la diffusion rapide de l'IoT et des technologies digitales ubiquitaires. L'étude contribue ainsi à répondre aux appels de plusieurs académiques (Baiyere *et al.*, 2021 ; Holmström *et al.*, 2019 ; Koh *et al.*, 2019 ; Olsen & Tomlin, 2020), en MSI et en management des opérations, pour remodeler les théories classiques mobilisées pour éclairer la manière dont les organisations exploitent leurs ressources et compétences pour réaliser de la valeur dans le contexte actuel de convergence digitale (Teece, 2018a), d'encapsulation digitale (Holmström *et al.*, 2019). À un niveau plus micro, les développements proposés contribuent aussi à répondre à l'appel de Gunasekaran *et al.* (2019) invitant à examiner les rôles et les impacts de l'usage de technologies digitales comme l'IoT sur la gestion de la qualité.

²¹¹ Nous traduisons ainsi en Français les appellations que propose la littérature concernant cette méthode. Par ex. Easton (2010 p.123) utilise l'appellation « Critical Realist case method », Wynn & Williams (2012 p.787) proposent l'appellation « Critical Realist case study », et Wynn & Williams (2020 p.50) l'appellation « Critical Realism-based case study ».

En termes de contribution méthodologique, la recherche conduite dans cette partie présente une étude de cas réaliste critique s'appuyant sur une démarche rigoureuse²¹² (Gibbert *et al.*, 2008 ; Yin, 2018). Souvent, les études de cas réalistes critiques ne tiennent pas compte des paramètres de rigueur que définit la littérature sur les études de cas (Benbasat *et al.*, 1987 ; Dubé & Paré, 2003 ; Eisenhardt, 1989). Notre étude complète alors le travail de Tsang (2014) qui présente des premières recommandations concernant la rigueur des études de cas réalistes critiques en se focalisant toutefois seulement sur la généralisabilité. La recherche académique ayant aussi pour but d'informer et d'éclairer les pratiques managériales, notre étude éclaire pour les praticiens le contexte d'émergence de l'usage de l'IoT et de la reconfiguration qui s'ensuit. Elle leur présente aussi une nouvelle structure globale de la Stratégie Industrielle où elle recommande également la prise en compte de la cybersécurité pour la conception et la mise en œuvre.

Le reste de cette troisième partie du manuscrit est organisée comme suit. Tout d'abord, les fondements théoriques de l'étude sont présentés. Ensuite, la méthodologie d'étude de cas est décrite. Les résultats et leur analyse sont présentés. Nous discutons leurs implications théoriques et pratiques. Enfin nous soulignons plusieurs voies de recherche futures.

4.1 Fondements théoriques

Après un bref rappel sur les Capacités Dynamiques et le PFI, nous présentons de manière étendue les éléments conceptuels de la Stratégie industrielle.

4.1.1 La reconfiguration et les compléments externes

La littérature (Helfat *et al.*, 2007 ; Pisano, 2017 ; Teece *et al.*, 1997) présente souvent plusieurs caractéristiques²¹³ pour les Capacités Dynamiques, la capacité de reconfiguration

²¹² Leidner (2020 p.240) explique que la rigueur dans la mise en œuvre de la démarche méthodologique correspond à une contribution à la littérature.

²¹³ Voir Tableau 2.1 p.104 du manuscrit

étant l'une des plus largement reconnues (voir Barreto, 2010). Elle peut être matérialisée par les organisations en modifiant, en recombinaison, en réalignant, en refondant, en réorganisant, ou en redéployant leurs ressources, leurs processus et leurs routines (Teece, 2007 p.1336 ; 2014 p.333). En un mot, la reconfiguration opère pour changer, transformer, renouveler les capacités opérationnelles ordinaires du système d'activités de l'organisation²¹⁴. Elle lui permet de s'adapter durablement aux changements dans l'environnement (adaptabilité évolutive), et de réaliser durablement de la valeur. Les capacités dynamiques permettent aussi le renouvellement stratégique²¹⁵ (Agarwal & Helfat, 2009 p.283,284) qui correspond au changement, au rafraîchissement, au remplacement de certains attributs stratégiques de l'organisation. Dans une certaine mesure, le renouvellement stratégique équivaut donc à la reconfiguration mise en œuvre à l'échelle stratégique et à long terme du système d'activités de l'organisation. Le renouvellement stratégique représente alors une autre caractéristique des Capacités Dynamiques. Il complète alors le Tableau 2.1 que nous présentons p.104 concernant les caractéristiques des Capacités Dynamiques. Les développements que propose cette partie de notre travail s'appuient alors sur la reconfiguration et le renouvellement stratégique que permettent les Capacités Dynamiques. L'usage de l'IoT ouvre en effet pour les organisations manufacturières des possibilités pour reconfigurer leurs capacités opérationnelles ordinaires et les processus sous-jacents. Ce faisant, il leur permet aussi de renouveler leurs Stratégies Industrielles pour mieux s'adapter, et de manière durable, aux évolutions de leurs environnements.

La littérature sur les Capacités Dynamiques (Adner & Helfat, 2003 ; Helfat & Peteraf, 2015 ; Salvato & Vassolo, 2018) présente aussi plusieurs micro-fondements essentiels dont la cognition et le dialogue. Ces aspects individuels des membres de l'organisation jouent un rôle

²¹⁴ Voir aussi p.103 du manuscrit

²¹⁵ Agarwal & Helfat (2009 p.282) définissent le renouvellement stratégique comme « le processus, le contenu, et le résultat du rafraîchissement ou du remplacement d'attributs d'une organisation susceptibles d'affecter de manière substantielle ses perspectives à long terme ».

essentiel pour le développement de la Capacité Dynamique et donc pour la routinisation de l'IoT. Ils sous-tendent la réalisation de la reconfiguration et du renouvellement stratégique. Skinner²¹⁶ (1996a,b) évoque aussi de manière implicite leur importance pour la conception de la Stratégie Industrielle et pour la matérialisation de ses changements. La cognition et le dialogue jouent également un rôle important dans l'accès aux compléments externes.

Plusieurs travaux en MSI (Baskerville *et al.*, 2020 ; Gao & Iyer, 2006 ; Hirschheim & Klein, 2012 ; Lucia-Palacios *et al.*, 2016 ; Oberländer *et al.*, 2021 ; Peppard & Ward, 2004 ; Rai & Tang, 2014 ; Steinhauser *et al.*, 2020) soulignent le rôle important des compléments externes pour l'usage réussi (générateur de la valeur) de la technologie. En revanche, très peu (ex. Steinhauser²¹⁷ *et al.*, 2020), à notre connaissance, s'appuient formellement sur la théorie PFI (Teece, 1986) et son concept de complémentarité pour éclairer cette question. Pourtant, la théorie de Teece est particulièrement pertinente pour rendre compte de l'importance des compléments externes pour réussir à générer de la valeur d'une innovation technologique. Dans cette partie, nous nous appuyons donc sur l'approche des compléments externes que définit cette théorie pour souligner que les usages que font les organisations manufacturières de l'IoT s'effectuent souvent en combinaison avec plusieurs compléments externes. Si nos analyses dans les précédentes parties du manuscrit se focalisent sur les compléments technologiques et innovationnels, nous considérons en plus dans cette dernière partie d'autres compléments pouvant être tout aussi indispensables, ou au minimum être utiles. Lucia-Palacios *et al.* (2016) mentionnent par exemple le soutien et les conseils de partenaires

²¹⁶ Par exemple : « ... il doit s'agir d'un ensemble conscient et explicite de choix de conception du système, d'une Stratégie Industrielle clairement sélectionnée et calculée à dessein, et en aucun cas d'une formule universelle ... » (Skinner, 1996a p.12). Une telle affirmation souligne implicitement l'importance de la cognition, des structures mentales, de la pleine conscience pour la conception, la formulation de la Stratégie Industrielle. Elle attire l'attention sur l'évitement des approches « me too » et « bandwagon ».

²¹⁷ Bien que Steinhauser *et al.* (2020) se réfèrent explicitement à la théorie PFI (Teece, 1986) en ce qui concerne la complémentarité, leur conceptualisation (p.1159) ne permet pas de distinguer clairement si les compléments qu'ils convoquent pour leur analyse (ex. la connaissance du marché, la réputation, la connaissance de la régulation, les bases de données clients, le marketing, les réseaux de services, technologies complémentaires) sont internes ou externes. Et ils ne le précisent pas.

externes. Ces brefs rappels effectués, nous présentons ensuite la théorie de la Stratégie Industrielle.

4.1.2 La Stratégie Industrielle

La logique fondamentale sous-jacente à la théorie de la Stratégie Industrielle est « la mise en œuvre de changements dynamiques dans la structure industrielle afin de créer un avantage concurrentiel et d'éviter une non-réponse statique au changement » (Skinner, 1996a p.11). Elle présente donc deux similitudes avec la perspective des Capacités Dynamiques (Teece *et al.*, 1997) : 1- La *reconfiguration* (continue) comme réponse aux changements dans l'environnement. En effet, si la Stratégie Industrielle formulée doit être cohérente avec la stratégie globale de l'organisation, elle doit aussi, et surtout, présenter une cohérence avec l'environnement. Wheelwright (1984 p.85) suggère ici le terme de cohérence externe, qui renvoie à la notion d'adaptabilité que mentionne la perspective des Capacités Dynamiques. Ward *et al.* (1996 p.602) évoquent aussi une relation forte entre la Stratégie Industrielle et l'environnement. 2- La *recherche d'un avantage concurrentiel*. La conception et la mise en œuvre de la Stratégie Industrielle doivent permettre à l'organisation manufacturière de prendre avantage, durablement, sur la concurrence sur un ou plusieurs aspects (Wheelwright, 1984 ; Wheelwright & Bowen, 1996). La reconfiguration²¹⁸ est la clé pour concrétiser un tel avantage concurrentiel précise Skinner (1996b, p.15). Dans une certaine mesure, la théorie de la Stratégie Industrielle peut également être rapprochée du PFI (Teece, 1986), la finalité des deux approches théoriques étant la maximisation de la rente économique pour les organisations. Wheelwright (1984 p.80) indique par exemple que la conception de la Stratégie Industrielle peut être guidée, soit par la recherche de marges bénéficiaires élevées, soit par la recherche de volumes de production élevés. En résumé, les trois théories sur lesquelles s'appuie la théorisation que développe cette partie visent toutes à expliquer, *in fine*, la manière

²¹⁸ Basic structural redesign

dont les organisations peuvent réaliser davantage de valeur, maximiser les rentes économiques.

Pour revenir à la Stratégie Industrielle, elle correspond à un ensemble de décisions et de choix interdépendants et cohérents dans le temps concernant les capacités industrielles²¹⁹ (Ferdows & De Meyer, 1990 ; Safizadeh *et al.*, 2000 ; Singh *et al.*, 2015 ; Ward *et al.*, 1996), encore baptisées priorités concurrentielles²²⁰ (Leong *et al.*, 1990 ; Olsen & Tomlin, 2020 ; Wheelwright, 1984). La conception du système de production manufacturière s'appuie sur ces capacités pour cibler la concrétisation d'un avantage concurrentiel durable (Hayes & Pisano, 1996 ; Skinner, 1969, 1978 ; Wheelwright, 1984). Le contenu de la Stratégie Industrielle distingue souvent d'un côté les capacités industrielles pouvant conduire à l'avantage concurrentiel, et de l'autre les domaines de décisions ou de choix qu'opère l'organisation manufacturière (Leong *et al.*, 1990 ; Skinner, 1969 ; Ward *et al.*, 1996 ; Wheelwright, 1984). Nous proposons une brève présentation de chacun d'eux ci-dessous.

4.1.2.1 Les capacités industrielles

Dans la littérature, plusieurs termes sont utilisés pour désigner les capacités industrielles que présente Skinner (1969). Outre le terme « priorités concurrentielles » mentionné ci-dessus, les académiques utilisent aussi les appellations « méthodes concurrentielles », « variables de la stratégie concurrentielle », « attributs de choix stratégiques », « capacités concurrentielles industrielles », etc. (Vickery *et al.*, 1993 p.437 ; Ward *et al.*, 1996 p.599). Dans cette partie du manuscrit, elles sont considérées comme des capacités opérationnelles ordinaires ou capacités opérationnelles manufacturières. En prenant en considération les enseignements que propose la perspective des Capacités Dynamiques, elles correspondent à des capacités de niveau

²¹⁹ Manufacturing capabilities

²²⁰ Competitive priorities.

zéro²²¹. Elles sont relatives au fonctionnement quotidien des organisations manufacturières, maintiennent le statu quo et s'appuient sur les processus et les routines opérationnels²²². En revanche, leur reconfiguration qu'entraîne l'IoT permet de faire évoluer les processus opérationnels pour s'adapter de manière évolutive à l'environnement et concrétiser davantage de valeur (économique). Dans la suite, nous utilisons alors de manière interchangeable les termes « capacités opérationnelles », « capacités opérationnelles ordinaires », « capacités opérationnelles manufacturières », « capacités industrielles », « priorités concurrentielles ».

Skinner (1996a p.8) présente plusieurs capacités industrielles sur lesquelles peut s'appuyer l'organisation pour concevoir la Stratégie Industrielle et pouvant conduire vers la réalisation d'une performance concurrentielle durable : coût, qualité, cycle de livraison, investissement, flexibilité des changements de volume, flexibilité des changements de produit, fiabilité des promesses de livraison. Toutefois, la littérature (Ferdows & De Meyer, 1990 ; Leong *et al.*, 1990 ; Olsen & Tomlin, 2020 ; Ward *et al.*, 1996 ; Wheelwright, 1984) les regroupe souvent en quatre principales capacités : qualité, fiabilité, flexibilité et coût. Néanmoins, l'obtention de coûts de production efficaces, c'est-à-dire plus bas, résulte souvent de la combinaison des trois précédentes capacités (Ferdows & De Meyer, 1990 ; Größler & Grübner, 2006). Par exemple, les changements qu'entraîne l'usage de la technologie peuvent entraîner la réduction des coûts (Ward *et al.*, 1996 p.600). En prenant en compte cette précision, nous considérons l'obtention de meilleurs coûts comme une performance résultant des combinaisons entre la qualité, la fiabilité, et la flexibilité. Dans les sections suivantes, nous discutons uniquement donc de trois capacités opérationnelles manufacturières, en l'occurrence la qualité, la fiabilité, et la flexibilité.

À noter que dans son approche séminale, Skinner (1969) observe qu'il est inévitable de faire des compromis entre les capacités opérationnelles pour formuler une Stratégie Industrielle

²²¹ Zero-level capabilities

²²² Voir aussi p.102-103 du manuscrit

conduisant à l'obtention d'un avantage concurrentiel durable. Cependant, plusieurs travaux empiriques (Chavez *et al.*, 2017 ; Ferdows & De Meyer, 1990 ; Größler & Grübner, 2006) pointent la non-pertinence de l'approche du compromis, et suggèrent plutôt une approche du cumul et de la combinaison des capacités manufacturières. Cette deuxième approche serait davantage mobilisée par les organisations manufacturières (Singh *et al.*, 2015 p.4001). Dans le même temps, d'autres travaux empiriques (Brumme *et al.*, 2015 ; Safizadeh *et al.*, 2000) constatent, dans une certaine mesure, la validité de l'approche par les compromis, même dans un environnement dynamique, changeant. Safizadeh *et al.* (2000 p.114) notent que les compromis interviennent probablement au moment du choix du type de processus²²³ à opérer au sein de l'usine (par ex. pour les usines nouvelles), ou lors d'un changement de processus. Dans une approche similaire, Sarmiento *et al.* (2019 p.94) notent aussi, dans une sorte de circularité, que des compromis concernant les produits que choisit de fabriquer l'organisation, découlent des compromis relatifs au choix du processus et à la conception du système de production, qui à leur tour entraînent des compromis à propos des caractéristiques des futurs produits pouvant être fabriqués. Dans l'industrie automobile par exemple, la fabrication de voitures à bas prix appelle des compromis entre le coût et l'expérience de conduite proposée au client. Le système de production conçu pour fabriquer ce type de voiture tient compte de ces compromis, depuis les achats jusqu'aux chaînes de montage. À son tour, ce système de production peut restreindre les futurs types de voitures pouvant être fabriqués. Le programme Global Access de Renault²²⁴, produisant une gamme de voitures à bas prix, en est une illustration²²⁵, avec plusieurs unités de fabrication (par ex. Pitesi, Tanger) dédiées à leur production.

²²³ Atelier, lot, flux de ligne, flux continu (Safizadeh *et al.*, 2000 p.113)

²²⁴ L'exemple du programme Global Access est issu d'une brochure PDF du groupe Renault publiée sur fr.media.renaultgroup.com et titrée « Dacia Simply Successful ».

²²⁵ Selon un article de presse du 04 mars 2020 publié sur lesechos.fr et titré « Le low cost, l'arme fatale de Renault », ce constructeur automobile conserve un avantage concurrentiel résultant de son programme Global Access. Cela illustre la pertinence de l'approche du compromis pour la conception de la Stratégie Industrielle.

4.1.2.2 Les domaines de choix

Les choix et les décisions visent à rendre la Stratégie Industrielle cohérente avec la stratégie globale de l'organisation (Leong *et al.*, 1990 p.113), mais aussi avec l'environnement. L'article séminal de Skinner (1969) présente cinq principaux domaines pour les décisions et les choix de mise en cohérence de la Stratégie Industrielle : 1- les usines et les équipements (étendue des processus, taille des usines, localisation des usines, choix d'équipements, type d'outillage, etc.), 2- la planification et le contrôle de la production (fréquence d'inventaire, niveaux des stocks, qualité du contrôle, etc.), 3- les tâches et le personnel (spécialisation des postes, supervision, rémunération, etc.), 4- l'ingénierie et la conception des produits (taille des gammes de produits, stabilité dans la conception, risque technologique, etc.), 5- l'organisation et le management (type d'organisation, utilisation du personnel, style des dirigeants, etc.). D'autres travaux étendront ensuite la réflexion de Skinner pour la compléter et/ou l'affiner. De nouveaux domaines de choix seront ainsi identifiés dans la littérature. Wheelwright (1984 p.84) en mentionne huit par exemple, en incluant les cinq qu'identifie Skinner. Wheelwright & Bowen (1996 p.61) en présentent dix. Pour leur part, Ward *et al.* (1996 p.599) en listent six qui sont largement admis dans la littérature. Enfin, Leong *et al.* (1990 p.113) rapprochent plusieurs précédentes énumérations de domaines de décisions pour distinguer deux principaux axes : 1- un axe définissant la structure, qui concerne les décisions d'investissements *bricks and mortar* comme les usines et les équipements, les processus, la technologie, et 2- un axe définissant l'infrastructure, qui affecte les systèmes et les membres de l'organisation faisant fonctionner le système de production manufacturière. Dans une approche similaire à Leong et collègues, nous pensons que les différents domaines de choix que présente la littérature peuvent être rapprochés et fusionnés en un nombre plus restreint. En conséquence, pour les besoins des analyses que présente cette partie, nous retenons trois domaines de choix que nous considérons particulièrement pertinents pour comprendre la conception et l'architecture

de la Stratégie Industrielle, l'articulation des capacités opérationnelles manufacturières. Ils concernent : 1- les *processus* (types, adaptation, équipements, etc.), 2- le *schéma organisationnel* (structure, niveaux hiérarchiques, supervision et contrôle des opérations etc.), 3- les *membres* de l'organisation (sélection/formation, rémunération, compétences, postes, etc.). Ils correspondent aussi aux trois composantes²²⁶ ou micro-fondements des capacités que présentent Felin *et al.* (2012 p.1351). En effet, les micro-fondements des « capacités organisationnelles comprennent les composantes constitutives (c'est-à-dire les principaux effets) – individus, processus, et structures – et les interactions au sein des composantes et entre elles (c'est-à-dire les effets d'interaction) – les interactions des individus, des processus, et des structures » (Felin *et al.*, 2012 p.1353). Pour les besoins l'analyse, les trois domaines de choix retenus correspondent aussi à des micro-fondements des capacités manufacturières sur lesquelles s'appuie l'organisation pour concevoir la Stratégie Industrielle. Nous effectuons ci-dessous une brève présentation de chacun de ces trois domaines de choix.

Premier domaine de choix – les processus

Comme rappelé plus haut²²⁷, les processus résident dans la boîte noire du système d'activités de l'organisation et sont sous-jacents aux capacités opérationnelles ordinaires. Ils combinent de manière coordonnée les ressources de l'organisation, en l'occurrence les membres de l'organisation (et leurs connaissances) et les artéfacts. Felin *et al.* (2012 p.1362) distinguent quatre types de processus : 1- Les *processus rigides*, qui requièrent un strict respect de l'enchaînement ou du séquençement des événements tels que définis ou documentés. Les processus rigides prédéfinissent les rôles des membres de l'organisation, prescrivent la manière d'opérer ou de réaliser les tâches. Ils laissent très peu de place à de la variation, à une autre manière de faire. 2- Les *processus flexibles ou adaptatifs*, dont la mise en œuvre est laissée à la discrétion de ceux qui réalisent les tâches. Ce type de processus laisse une

²²⁶ Building blocks

²²⁷ Voir p.108 du manuscrit

significative marge de manœuvre aux membres de l'organisation en première ligne comme aux managers dans la réalisation des tâches. Les processus flexibles sont plus susceptibles d'encourager et de s'appuyer sur les interactions entre les membres de l'organisation, l'apprentissage par l'expérience et le partage de connaissances entre pairs. Ils favorisent aussi la refonte ou la réadaptation des procédures de travail. 3- Les *processus par apprentissage essais – erreurs*²²⁸, « où les variations ou essais se déroulent de manière stochastique ou aveugle » (Felin *et al.*, 2012 p.1362). Pour ce type de processus, les composantes clés, ainsi que les relations entre ces composantes, sont définies. Mais la nature aléatoire du processus peut entraîner une variation des outputs qui en ressortent. 4- Les *processus de résolution de problèmes ad hoc*²²⁹, où le but est de répondre par exemple à un cas de force majeure, anticipé ou non (Winter, 2003 p.992). La mise en œuvre de ce type de processus est révélatrice d'une situation d'incertitude à laquelle fait face l'organisation, qui se met alors en mode « combat²³⁰ » pour absorber le choc, le surmonter et ensuite recouvrer une situation normale, stable. Cela implique « une recherche rapide, contingente, opportuniste, et peut-être créative de comportements alternatifs satisfaisants » (Winter, 2003 p.992). Si les processus de résolution de problèmes ont été originellement pensés pour correspondre à de tels cas de figure, ils peuvent néanmoins aussi être mis en œuvre dans des contextes plus stables, où l'organisation ne fait pas forcément face à un cas de force majeure ou à un choc externe exceptionnel et imprévisible. Comme l'expliquent Roscoe *et al.* (2019 p.774,777), la résolution de problèmes peut simplement être la résultante de processus flexibles où les membres de l'organisation modifient la séquence ou l'enchaînement des événements pour surmonter une difficulté opérationnelle. Pour revenir à l'usage de l'IoT, Baiyere *et al.* (2020) expliquent que dans le cadre des transformations qu'il entraîne, l'organisation peut s'éloigner de l'approche rigide de processus formellement documentés pour déployer des processus plus

²²⁸ Trial and error

²²⁹ Ad hoc problem solving

²³⁰ Firefighting

agiles. Dans le même ordre d'idées, Cagliano *et al.* (2019) notent que l'IoT entraîne globalement un système manufacturier plus flexible.

Deuxième domaine de choix – le schéma organisationnel

Les structures organisationnelles « permettent et contraignent l'action individuelle et collective et établissent le contexte des interactions au sein d'une organisation. Si les structures peuvent contraindre le comportement, elles permettent aussi un traitement efficace de l'information, le développement et la diffusion de la connaissance, la coordination et l'intégration, et plus généralement l'action collective » (Felin *et al.*, 2012 p.1364). Les structures organisationnelles représentent donc un facteur essentiel pouvant faciliter ou entraver la réalisation des tâches, la mise en œuvre des processus, et par conséquent de pouvoir s'appuyer efficacement sur telle ou telle capacité opérationnelle manufacturière. Felin *et al.* (2012 p.1364) identifient trois aspects interdépendants de l'analyse des structures organisationnelles en lien avec la mise en œuvre des capacités opérationnelles. 1- La *structure du processus de prise de décision*. La première partie du manuscrit²³¹ rappelle que le processus de prise de décision peut être fondé sur la rationalité (qui requiert exhaustivité de l'information et ressources cognitives illimitées), ou d'un autre côté être fondé sur des heuristiques (qui s'appuient sur des règles simples et des raccourcis cognitifs). Felin *et al.* (2012) expliquent que pour adapter l'organisation aux environnements changeants, ses membres s'appuient davantage sur des heuristiques qui guident leurs décisions. Ce faisant, les heuristiques contribuent à l'efficacité de la Stratégie Industrielle que déploie l'organisation et à la réalisation de la valeur. Se référant à Bingham & Eisenhardt (2011), ces académiques rappellent aussi que les heuristiques et leurs structures peuvent changer à mesure que les membres de l'organisation gagnent en expérience, pour améliorer la prise de décision. Au-delà de l'expérience des membres de l'organisation, l'usage de l'IoT permet aussi d'améliorer

²³¹ Voir p.110-113

les heuristiques et les prises de décisions qui en résultent²³². 2- *Le design organisationnel*. « Le degré de complexité d'une forme ou d'une structure organisationnelle impacte la nature, le rythme, et la diffusion de différentes activités au sein de l'organisation, comme le traitement de l'information, la reproduction de routines, le développement de capacités » (Felin *et al.*, 2012 p.1365). Les structures plates, ajoutent Felin et collègues, permettent et encouragent l'autonomie tout en renforçant (maximisant) le niveau d'information des membres de l'organisation, des premières lignes jusqu'aux positions hiérarchiques les plus élevées. Plus généralement, la structure organisationnelle joue un rôle important pour l'usage de la technologie, et pour le déploiement des nouveaux processus qu'il induit (Hensen & Dong, 2020 ; Teece *et al.*, 1997 p. 520). La littérature (Teece, 2007 p.1335) note même que la reconfiguration des structures organisationnelles est un aspect clé pour réaliser durablement de la valeur dans les contextes de changements technologiques. Dans cet ordre d'idées, Teece (2007 p.1335) recommande des structures décentralisées car elles rapprochent le top management des premières lignes, des marchés, des usages opérationnels de la technologie, et de la mise en œuvre de la Stratégie Industrielle²³³. Cela rejoint l'analyse de Felin et collègues concernant les structures plates. Concernant la routinisation de l'IoT par des organisations manufacturières, quelques travaux récents observent qu'il s'ensuit des changements au niveau du design organisationnel. Par exemple, Cagliano *et al.* (2019) observent une réduction du nombre de niveaux hiérarchiques. Dans plusieurs organisations qu'étudient ces académiques, la routinisation de l'IoT a considérablement renforcé le niveau d'information des membres en première ligne (opérateurs) et leurs responsabilités concernant les processus mis en œuvre et la productivité. En conséquence, plusieurs postes de managers intermédiaires sont devenus « inutiles ». Des observations similaires sont présentées dans les travaux de Cimini *et al.* (2020) ou encore de Pessot *et al.* (2020) qui notent que l'IoT entraîne un aplatissage des

²³² Voir p.112 du manuscrit l'illustration que présentent Monteiro & Parmiggiani (2019)

²³³ Skinner (1969), dans son article séminal, déplore aussi l'éloignement entre le top management (et la stratégie corporate) et la mise en œuvre de la Stratégie Industrielle.

structures organisationnelles. Østerlie & Monteiro (2020) observent de leur côté, dans le cas d'une organisation manufacturière de l'industrie pétrolière et gazière, une relocalisation onshore importante de membres de l'organisation dont les postes étaient offshore. Wessel *et al.* (2021) rapportent pour leur part une refonte du design organisationnel qu'entraîne l'IoT, avec la création d'un nouveau business unit. Ces enseignements de la littérature empirique indiquent que l'usage de l'IoT peut induire une évolution du design organisationnel.

3- La logique et les contextes originels.

Felin et collègues expliquent ici que la logique originelle du fondateur de l'organisation concernant le design organisationnel peut persister dans le temps et affecter les développements futurs, dont la mise en œuvre ou les changements de la Stratégie Industrielle. De même, les contextes environnementaux lors de la fondation de l'organisation orientent les choix effectués à l'origine, des choix qui peuvent persister dans le temps, alors que l'environnement aura changé. Mais comme le rappelle Skinner (1996a), la Stratégie Industrielle doit être dynamique pour s'adapter aux changements. Les éléments originels du schéma organisationnel doivent alors aussi évoluer pour permettre la mise œuvre dynamique de la Stratégie Industrielle.

Les trois aspects du schéma organisationnel présentés ici sont liés dans une certaine mesure. En effet, le design organisationnel influence souvent la structure du processus décisionnel au sein de l'organisation. Par exemple, un design organisationnel incluant un nombre élevé de niveaux hiérarchiques peut impliquer un processus décisionnel long abondé par une information devant être suffisamment complète. Alors qu'un design plus plat, s'inscrivant souvent dans une approche d'agilité, implique davantage des processus décisionnels rapides, pouvant s'appuyer sur des heuristiques. En tout état de cause, les logiques originelles concernant le design organisationnel et la structure de la prise de décisions doivent évoluer pour tenir compte des changements rapides dans l'environnement.

Troisième domaine de choix – les membres de l'organisation

Troisième et dernier domaine de décision retenu pour les besoins de l'analyse, les membres de l'organisation représentent un aspect essentiel de la conception de la Stratégie Industrielle. Wheelwright (1984 p.82) souligne notamment leur importance et indique que les organisations manufacturières doivent acquérir et déployer des ressources humaines de valeur. De même, Felin *et al.* (2012 p.1361) notent que la mise en œuvre des capacités opérationnelles peut « dépendre de manière cruciale des caractéristiques des individus impliqués ». Les caractéristiques, les valeurs, les préférences, les croyances, les connaissances, les expériences des membres de l'organisation jouent un rôle dans la façon dont l'organisation s'appuie sur ou déploie telle ou telle capacité. Leurs compétences et leurs aptitudes générales, et spécifiques « pour créer, développer, modifier, et mettre en œuvre » les capacités (Felin *et al.*, 2012 p.1361) sont importantes. La question qui s'ensuit est comment l'organisation peut s'assurer de la disponibilité de ces compétences. Loon *et al.* (2020 p.709) présentent quatre principaux mécanismes du management des ressources humaines qui y contribuent : 1- la formation, 2- l'apprentissage et le développement, 3- le recrutement et la sélection, 4- la capture et la diffusion de la connaissance. Par exemple, pour accompagner les membres de l'organisation vers l'appropriation de nouvelles compétences techniques, de nouvelles règles, de nouvelles procédures, ou de nouvelles méthodes de travail, la formation et l'apprentissage sont des mécanismes classiques mobilisés. De même, les programmes de développement permettent d'inciter et de renforcer la responsabilisation des membres en première ligne, d'inciter le renouvellement des compétences. Pour revenir au contexte particulier de l'usage de l'IoT dans les organisations manufacturières, les membres peuvent aussi avoir à faire face à une redéfinition de leurs tâches, à une refonte de leur charge de travail et de leur périmètre d'activités. Cagliano *et al.* (2019) observent en ce sens que la routinisation de l'IoT entraîne pour les membres en première ligne dans des organisations

manufacturières des changements dans l'étendue de leurs tâches, qui intègrent dorénavant davantage d'aspects cognitifs et décisionnels, et qui s'accompagnent aussi d'une responsabilisation plus élevée. L'étude empirique de Cimini *et al.* (2020) présente une observation similaire. Plusieurs travaux (Fantini *et al.*, 2020 ; Golan *et al.*, 2020 ; Romero *et al.*, 2020) soulignent aussi que l'environnement de travail qu'induit l'IoT requiert souvent de nouvelles compétences (ex. automatisation, programmation) pour plusieurs membres en première ligne. Ces travaux suggèrent alors le terme d'opérateur 4.0 pour caractériser le type de collaborateur en adéquation avec un tel environnement technologique, et les compétences qui y sont associées.

Dans la littérature, les deux versants (capacités opérationnelles manufacturières, domaines de choix) du contenu de la Stratégie Industrielle sont souvent examinés séparément²³⁴. En effet, les travaux théoriques comme empiriques discutent souvent de l'un des deux versants seulement (ex. Adam & Swamidass, 1989 ; Ferdows & De Myer, 1990 ; Miller & Roth, 1994 ; Safizadeh *et al.*, 2000). Certains travaux discutent des deux, mais uniquement l'un après l'autre (ex. Leong *et al.*, 1990 ; Skinner, 1969 ; Wheelwright, 1984). Pourtant, l'examen conjoint des deux versants éclairera davantage la compréhension de la conception et de la mise en œuvre de la Stratégie Industrielle. La discussion que proposent Felin *et al.* (2012) ouvre la possibilité de les rapprocher pour en proposer une analyse combinée, ainsi qu'une nouvelle structuration du contenu de la Stratégie Industrielle. Nous en discutons dans la suite.

4.2 Une nouvelle structuration pour le contenu de la Stratégie Industrielle

Dans cette section, nous proposons un réexamen du contenu de la Stratégie Industrielle en combinant les trois capacités opérationnelles manufacturières que sont la *qualité*, la *fiabilité*, et la *flexibilité* avec les trois domaines de choix que sont les *processus*, le *schéma*

²³⁴ Ward *et al.* (1996) peuvent, dans une certaine mesure, être considérés comme une exception. Leur travail théorique identifie quatre configurations stratégiques pour les organisations manufacturières en combinant la littérature sur les stratégies concurrentielles et le contenu de la Stratégie Industrielle (les deux versants).

organisationnel, et les *membres de l'organisation*. La relecture que nous proposons du contenu de la Stratégie Industrielle s'inscrit dans une approche de renouvellement stratégique qu'entraîne l'IoT. Pour chacune des capacités opérationnelles, nous présentons les choix possibles concernant les trois domaines présentés ci-dessus qu'entraîne la routinisation de cette technologie.

4.2.1 La qualité

Dans son acception globale, la qualité concerne toutes les fonctions de l'organisation et vise l'amélioration des pratiques à tous les niveaux pour accroître la satisfaction du client. En conséquence, plusieurs travaux (Ferdows & De Meyer, 1990 ; Größler & Grübner, 2006) établissent la qualité comme la première capacité opérationnelle à laquelle l'organisation manufacturière doit accorder de l'attention pour la conception de la Stratégie Industrielle. Ces travaux expliquent que les améliorations pouvant être réalisées au niveau de la qualité influencent positivement l'ensemble des autres capacités sur lesquelles s'appuie la Stratégie Industrielle (Größler & Grübner, 2006 p.464).

Dans son acception plus opérationnelle dans le contexte manufacturier, la qualité correspond à la conformité par rapport aux attentes (Asif, 2020 ; Ferdows & De Meyer, 1990 ; Größler & Grübner, 2006 ; Xiao *et al.*, 2019). On distingue d'un côté, 1- la *conformité des processus*, qui correspond à la « tendance relative d'une usine à opérer ses processus en conformité avec les procédures établies en matière de qualité. Le fait d'opérer avec des niveaux élevés de conformité des processus accroît la probabilité que les produits soient expédiés de l'usine sans défaut » (Gray *et al.*, 2015 p.2762). La qualité au niveau des processus correspond donc à la conformité des processus, qui renvoie au strict respect des processus tels que documentés et garantissant des produits sans défaut (Größler & Grübner, 2006 p.464). D'un autre côté, la qualité concerne aussi 2- la *conformité des produits*, qui reflète le respect des spécifications prédéfinies pour fournir les performances attendues pour les produits (Größler & Grübner,

2006 p.464 ; Wheelwright, 1984 p.81). La qualité recouvre alors deux dimensions. Mais comme le soulignent des travaux récents (Asif, 2020 p.2 ; Gunasekaran *et al.*, 2019 p.128), il y a encore peu d'études examinant le rôle des technologies émergentes comme l'IoT et leurs impacts sur les pratiques de qualité. Nous en discutons ci-dessous.

4.2.1.1 La conformité des processus

Dans l'approche qualité conventionnelle, la mise en œuvre des processus doit se conformer aux procédures documentées. La méthode SPC (Statistical Process Control) est considérée comme l'une des plus efficaces pour anticiper, prévenir la variabilité dans l'exécution des processus (Douglas & Judge, 2001 p.159 ; Xiao *et al.*, 2019 p.130). Néanmoins, le recours à la procédure SPC n'exempte pas toujours de l'inspection qualité finale des produits (Xiao *et al.*, 2019 p.130), la conformité de ces derniers étant l'objectif principal pour la satisfaction des clients. L'usage de l'IoT permet d'améliorer de manière holistique les pratiques qualité. La visibilité de bout en bout des processus qu'offre l'usage de l'IoT²³⁵ permet en effet la mise en place d'un contrôle de conformité quasi permanent et temps réel des processus qu'exécute le système manufacturier. Le moindre écart par rapport aux standards prédéfinis est automatiquement signalé, et peut donc être corrigé avant l'achèvement de la réalisation du processus. La vérification de la conformité de l'ensemble des tâches réalisées devient donc systématique, et non plus aléatoire ou statistique (Park *et al.*, 2017 p.941). En conséquence, il n'y a potentiellement plus besoin d'effectuer un contrôle qualité produit *a posteriori*. Il en résulte une économie des coûts et du temps que nécessite l'inspection *a posteriori*.

Si l'IoT permet d'établir une vérification systématique de la conformité des processus, une approche meilleure que les procédures conventionnelles comme le SPC, il ouvre toutefois d'autres sources de valeur pour l'organisation manufacturière. Comme noté précédemment, la logique fondamentale du développement de Capacités Dynamiques, comme de l'élaboration

²³⁵ Voir p.109-110 du manuscrit

de la Stratégie Industrielle, est de s'adapter de manière durable aux changements dans l'environnement, et d'obtenir un avantage concurrentiel. L'adaptabilité durable aux changements dans l'environnement implique une adaptation continue des processus opérés, une reconfiguration renouvelée de la manière de réaliser les tâches. Alors, la vérification de la conformité, dans une approche rigide et statique, de la mise en œuvre des processus ne permet pas une maximisation de la valeur de l'IoT pour l'organisation. Bien qu'une telle vérification de la conformité constitue déjà une forme de valeur de la technologie en garantissant des produits sans défaut. En revanche, des approches plus flexibles, ouvrant éventuellement sur la résolution de problèmes opérationnels (Roscoe *et al.*, 2019), permettent davantage à l'organisation d'améliorer sa réactivité, son adaptabilité. Dans ce cas de figure, l'organisation établit des processus et des standards évolutifs. L'usage de l'IoT permet de faire évoluer (autant de fois que nécessaire) les processus. Il permet simultanément de vérifier la conformité de la mise en œuvre en comparaison aux nouveaux standards résultant de la dernière évolution des processus. En s'appuyant par exemple sur la visibilité de bout en bout qu'entraîne la routinisation de l'IoT, l'organisation peut déceler des points d'inefficience opérationnelle et réaliser des changements dans la mise en œuvre des processus pour corriger ces points d'inefficience. Il en résulte de nouveaux standards. La visibilité permet de vérifier ensuite la conformité de l'exécution par rapport à ces nouveaux standards. L'approche devient ainsi dynamique. De même, les opportunités de reconfiguration et de sociabilisation des artefacts qu'offre l'IoT peuvent contribuer à une telle approche flexible et dynamique de la conformité des processus. Par exemple, les artefacts physiques sociabilisés peuvent participer à la résolution de problèmes opérationnels que pose l'exécution des processus, parfois de manière autonome.

De manière interdépendante, l'approche flexible et dynamique de la conformité des processus implique un parcours décisionnel rapide conduisant au déploiement au bon moment des

changements nécessaires pour répondre aux évolutions dans l'environnement. Selon Felin *et al.* (2012), cela requiert la mise en place d'heuristiques. Néanmoins, l'usage de l'IoT offre, potentiellement, l'accès à des données opérationnelles précises et exhaustives. Un processus décisionnel mixte combinant rationalité et heuristique (Guillemette *et al.*, 2014 p.624) peut donc permettre à l'organisation de prendre des décisions rapides tout en étant plus éclairées. Concernant le design organisationnel, le besoin de combiner l'inspection en temps réel de la conformité des processus par rapport à des standards dynamiques, et la mise en place (dès que besoin) de changements concernant les processus pour maintenir une adaptabilité à l'environnement, requiert, selon la littérature en management de la qualité (Douglas & Judge, 2001 p.158-159), une structure combinant contrôle (correspondant à un certain degré de standardisation pour s'assurer de la conformité) et exploration (correspondant à un certain degré de décentralisation conférant un minimum d'autonomie aux membres en première ligne pour maintenir l'organisation réactive et pour identifier de nouvelles manières de faire). Cela rejoint, dans une certaine mesure, les analyses de Teece (2007) et Felin *et al.* (2012) qui proposent respectivement des structures décentralisées et plates.

Pour les membres de l'organisation, la mise en place d'une conformité des processus flexible et dynamique implique un élargissement du périmètre de responsabilité des membres en première ligne. Si dans l'approche conventionnelle statistique, aléatoire, de l'inspection de la conformité, la responsabilité du contrôle échoit souvent à des managers intermédiaires ou à des membres d'équipes support, cette responsabilité incombe directement aux opérateurs lorsque l'organisation routinise l'IoT. De même que la responsabilité de la résolution des problèmes opérationnels pouvant survenir lors de l'exécution des processus, en s'appuyant par exemple sur la socialisation des artefacts avec lesquels ils interagissent pour réaliser les tâches. Comme l'observent Cagliano *et al.* (2019), la structuration des tâches réalisées par les membres en première ligne change, en incluant davantage d'aspects cognitifs, et souvent de

nouvelles compétences (Golan *et al.*, 2020 ; Romero *et al.*, 2020). Il y a alors lieu pour l'organisation de réussir à susciter l'adhésion de ses membres directement concernés par ces changements. Les discussions précédentes concernant les stratégies cognitives et le dialogue productif permettent d'éclairer en partie cette question, en suggérant notamment d'impliquer les membres de l'organisation dès les premières réflexions portant sur le choix de la mise en place d'une approche flexible et dynamique de la conformité des processus. Les mécanismes qu'identifient Loon *et al.* (2020), en l'occurrence la formation, le développement et l'apprentissage, y contribuent aussi. Ces approches peuvent contribuer à développer ce que la littérature (Haffar *et al.*, 2019 p.249-250 ; Holt *et al.*, 2007 p.235 ; Rafferty *et al.*, 2013 p.113-116) appelle la propension des membres pour le changement²³⁶, et leur engagement envers le changement, surtout l'engagement affectif individuel envers le changement²³⁷. Ces aspects sont essentiels pour réussir à développer l'adhésion des membres de l'organisation et pour réussir à déployer l'approche flexible et dynamique de la conformité des processus.

4.2.1.2 La conformité des produits

En déployant un dispositif de vérification permanente et de bout en bout de la conformité des processus que soutient l'IoT, la vérification en bout de chaîne de la conformité des produits n'a souvent plus lieu d'être. En revanche, dans les autres configurations (ex. la vérification permanente concernant seulement une étape considérée comme critique pour un processus, la vérification statistique conventionnelle), l'organisation peut établir un contrôle qualité des produits *a posteriori* pour s'assurer de leur conformité avant expédition vers les clients ou les réseaux de distribution. Plus généralement, les approches actuelles de personnalisation de

²³⁶ Individual readiness for change, qui « reflète la mesure dans laquelle un ou plusieurs individus sont cognitivement et émotionnellement enclins à accepter, embrasser, et adopter un plan particulier pour modifier de manière délibérée le statu quo » (Holt et al., 2007 p.235).

²³⁷ Individual affective commitment to change

masse²³⁸, incluant ou non l'établissement d'une inspection flexible, dynamique, de bout en bout de la conformité des processus, requièrent souvent des inspections *a posteriori* de la conformité des produits. La personnalisation implique souvent qu'un nombre parfois élevé de variétés d'un même produit soit proposé pour correspondre aux besoins spécifiques des clients divers. Ce nombre élevé de variétés entraîne ensuite une multiplication du risque d'erreurs et de défauts éventuels pouvant découler de la fabrication. En conséquence, une vérification de la conformité des produits finals avant expédition aux clients est souvent effectuée. À la complexité de la personnalisation s'ajoute souvent la complexité et les risques d'erreurs et de défauts pouvant être importés des chaînes d'approvisionnements. Les matières premières, pièces, produits semi-finis reçus des fournisseurs et des sous-traitants peuvent comporter des défauts et des vices. Des contrôles de la conformité des produits intégrant ces intrants permettent de réduire les risques de non-conformité constatés *a posteriori* par les clients. L'usage de l'IoT permet de réaliser le contrôle de la conformité des produits, mieux que dans les pratiques conventionnelles. Alors que classiquement, la vérification de la conformité des produits est effectuée de manière visuelle par des membres de l'organisation, avec les risques d'oubli et de non-détection associés à de telles procédures, l'usage de l'IoT permet de déployer des procédures de vérification supprimant l'oubli (tous les points de contrôle prévus sont vérifiés), réduisant au maximum la non-détection d'un défaut, et réduisant le temps du contrôle. La discussion sur l'automatisation plus haut dans le manuscrit²³⁹ éclaire en partie le propos développé ici. Par exemple, des dispositifs de caméras de vision industrielle²⁴⁰ permettent d'automatiser de manière complète le processus de

²³⁸ La personnalisation ou customisation de masse correspond « à la capacité à offrir de manière fiable un nombre élevé d'options différentes du produit pour un marché relativement important demandant de la personnalisation, sans compromis importants sur le coût, la livraison, et la qualité » Zhang *et al.* (2019 p.228).

²³⁹ Voir p.114 du manuscrit

²⁴⁰ Computer vision

contrôle de la conformité des produits²⁴¹. Ces artefacts sociabilisés examinent souvent avec un très haut niveau de précision, et en peu de temps, tous les points de vérification définis. Ils prennent ensuite de manière autonome la décision pour une sortie du produit de la chaîne de fabrication, ou son retour pour retravail des défauts relevés. Les données de contrôle qu'ils collectent peuvent aussi permettre de réaliser, le cas échéant, des analyses conjointes avec les données de conformité des processus pour identifier de potentielles relations de cause à effet. Les données de contrôle de la conformité produits peuvent aussi être analysées de manière conjointe, le cas échéant, avec les données de qualité de leurs processus et de leurs produits qu'acceptent de fournir les sous-traitants et les fournisseurs. L'automatisation de la vérification de la conformité des produits peut aussi être partielle. Dans cette configuration, les opérateurs qualité utilisent souvent des artefacts IoT comme les smartphones et les tablettes, les casques et les lunettes de réalité augmentée ou mixte²⁴². À l'aide de ces artefacts, les opérateurs vérifient l'ensemble des points de contrôle définis sans oubli et en comparant systématiquement avec un prototype numérique du produit. D'une certaine manière, le prototype numérique guide la vérification de la conformité de la version physique du produit. Une telle procédure renvoie, dans une certaine mesure, au renversement ontologique que décrivent Baskerville *et al.* (2020). Selon leurs contextes spécifiques et les produits qu'elles fabriquent, certaines organisations manufacturières routinisant l'IoT peuvent déployer les deux formes d'automatisation de la vérification de la conformité des produits mentionnées ci-avant.

Au niveau organisationnel, l'automatisation complète du processus de vérification de la conformité des produits en s'appuyant sur la vision industrielle peut conduire à une réduction de la taille, voire une suppression, des unités ou des départements en charge de cette tâche, et

²⁴¹ Voir par exemple l'article de blog du 25 juillet 2019 publié sur stemmer-imaging.com et intitulé « Le rôle de la vision industrielle dans la fabrication ».

²⁴² Voir l'exemple de Renault Trucks dans l'article de blog du 27 juin 2018 publié sur expériences.microsoft.fr et intitulé « HoloLens au service du contrôle qualité : le cas Renault Trucks ».

au redéploiement de leurs membres. Une réorganisation similaire à celle qu'observent Østerlie & Monteiro (2020) dans l'industrie pétrolière et gazière où des postes offshore ont été supprimés et les effectifs redéployés onshore. En revanche, l'automatisation partielle en utilisant des artefacts de réalité augmentée ou de réalité mixte maintient les postes des opérateurs chargés du contrôle qualité. Néanmoins, elle implique des interactions plus importantes avec les équipes support TI. Plusieurs travaux en management de la qualité (Park *et al.*, 2017 p.942-943 ; Zhang *et al.*, 2019 p.228) proposent alors la constitution d'équipes mixtes ou cross fonctionnelles pour définir et pour réaliser les nouvelles approches de contrôle de la conformité. Gray *et al.* (2015) indiquent aussi que la colocalisation des unités concernées peut être efficace en termes de schéma organisationnel, les interactions étant ainsi facilitées et encouragées. Pour les opérateurs chargés de la vérification de la conformité des produits, l'établissement d'une nouvelle approche partiellement automatisée implique l'apprentissage de l'usage des artefacts de réalité augmentée ou de réalité mixte pour exécuter leurs tâches. Plus globalement, les approches présentées ci-dessus concernant la conformité des processus vont contribuer ici aussi à obtenir l'adhésion des membres.

Suite à la présentation des approches pouvant être mobilisées pour réaliser des changements concernant la capacité opérationnelle manufacturière de la qualité, nous effectuons le même exercice pour la fiabilité.

4.2.2 La fiabilité

Au-delà de garantir un niveau très élevé de conformité pour les produits sortant de ses chaînes de fabrication, l'organisation manufacturière doit aussi garantir que les produits « fonctionnent comme prévu, qu'ils sont livrés à temps, et qu'elle est prête à mobiliser instantanément ses ressources pour s'assurer que toute défaillance soit corrigée immédiatement » (Wheelwright, 1984 p.81). Ce faisant, l'organisation se montre fiable vis-à-

vis de ses clients. Selon Merriam-Webster²⁴³, être fiable correspond à être capable d’inspirer confiance. La fiabilité est donc une capacité essentielle sur laquelle s’appuie la Stratégie Industrielle. Comme la qualité, elle participe à la satisfaction, à la confiance du client, et constitue un facteur de différenciation par rapport à la concurrence (Ward *et al.*, 1996 p.604). Elle s’étend aussi au-delà des frontières de l’organisation manufacturière pour prendre en compte la fiabilité du produit (Wheelwright, 1984) lorsqu’il est en usage chez le client (avec le déploiement de systèmes après-vente). Toutefois, la littérature (Größler & Grübner, 2006 ; Leong *et al.*, 1990 ; Miller & Roth, 1994 ; Olsen & Tomlin, 2020 ; Ward *et al.*, 1996) analyse en général la fiabilité en la restreignant aux systèmes de production de l’organisation, et en lui distinguant souvent deux aspects : 1- la capacité de l’organisation manufacturière à livrer les produits dans les délais convenus avec les clients, et 2- la capacité à livrer dans des délais courts. Car, « pour certains clients, la capacité à livrer dans les délais ne suffit pas ; la capacité à livrer dans des délais courts est aussi nécessaire pour obtenir des commandes » (Ward *et al.*, 1996 p.600). Nous discutons ci-dessous chacun de ces aspects en soulignant comment l’usage de l’IoT entraîne l’établissement ou l’amélioration de ces deux formes de fiabilité.

4.2.2.1 Livrer dans les délais

Respecter les délais de livraison convenus avec les clients implique de respecter le planning de fabrication établi pour honorer les commandes reçues. Cela implique à son tour la minimisation autant que possible du risque de défaillance du système de production étendu aux achats chez les fournisseurs et les sous-traitants. En effet, la survenance d’une quelconque défaillance au sein du système de production peut entraîner un retard sur le planning défini, et potentiellement le non-respect du délai de livraison convenu. Affogbolo²⁴⁴ *et al.* (2019) identifient quatre dimensions sur lesquelles peuvent s’appuyer les organisations

²⁴³ Merriam-Webster.com/dictionary, consulté le 22 juillet 2021

²⁴⁴ Affogbolo R., Gauzente C., Kuntz P. (2019) “Fiabilité du système de production industrielle grâce à l’IoT – proposition théorique et exploration empirique”, *XXIVème Conférence de l’AIM*, 3-5 Juin, Nantes.

manufacturières pour minimiser autant que possible le risque de défaillance du système de production. 1- *La visibilité des processus*. Elle a été précédemment discutée²⁴⁵. La visibilité, considérée ici comme source de la fiabilité du système de production, renvoie dans une certaine mesure à la conformité des processus. En s'assurant de manière dynamique de la conformité des processus exécutés, l'organisation réduit autant que possible le risque d'écarts ou de dérives par rapport à la trajectoire établie, des écarts pouvant conduire à des retards dans la fabrication et la livraison. Le système basé sur le jumeau numérique que décrivent Ding *et al.* (2019) permet par exemple de détecter en temps réel les déviations (p.6330) dans l'exécution des processus de fabrication. 2- *La visibilité des flux de matières*. Suivant le même principe que la précédente dimension, la visibilité des flux de matières permet de connaître de manière permanente l'état des matières (stocks et circulation) et d'en optimiser la gestion. C'est un aspect important pour la fiabilité du système de production et le respect des délais de livraison. Une défaillance (retard, rupture) dans l'approvisionnement des lignes de fabrication peut entraîner des retards de production, et ensuite de livraison. L'usage de l'IoT permet d'obtenir une visibilité permanente des flux de matière (ex. localisation et suivi²⁴⁶). Cela permet aussi d'améliorer la gestion des stocks et des approvisionnements pour réduire autant que possible le risque de rupture. Dans cet ordre d'idées, Fosso Wamba & Chatfield (2009 p.623-624) notent que l'usage de la RFID peut entraîner l'amélioration du contrôle des stocks (réception des commandes de matières premières comme expédition des produits finis). 3- *L'automatisation des processus*. Cette dimension fut aussi discutée précédemment²⁴⁷. Néanmoins, au-delà de la distinction automatisation complète vs automatisation partielle déjà mentionnée, on peut aussi distinguer l'automatisation mécanique vs l'automatisation cognitive (Choe *et al.*, 2015 p.891 ; Fast-Berglund *et al.*, 2013 p.450 ; Jiao *et al.*, 2020 p.5089). L'automatisation mécanique correspond à transférer toute ou partie de la charge de travail

²⁴⁵ Voir p.109, 274 du manuscrit

²⁴⁶ Track and trace

²⁴⁷ Voir p.114 du manuscrit

physique des membres de l'organisation vers des artefacts matériels. L'usage de l'IoT permet de déployer cette forme d'automatisation au niveau de plusieurs équipements robotisés pour réduire au maximum les niveaux du risque d'erreurs dans la réalisation des tâches, de même que le risque d'accidents au sein des unités industrielles. Ces facteurs de risque (erreurs, accidents) sont des causes classiques de défaillance du système de production pouvant conduire à des retards de production et de livraison aux clients. Affogbolo²⁴⁸ (2020 p.131-132) présente une illustration de l'automatisation mécanique que permet l'IoT au sein du Groupe Peugeot²⁴⁹ où l'usage d'AGV²⁵⁰ a permis d'automatiser de manière complète l'acheminement des pièces automobiles vers les lignes de montage. Une telle automatisation a considérablement réduit²⁵¹ les accidents au sein de l'usine qu'entraînaient les chariots pilotés par les caristes (opérateurs logistiques). Pour l'automatisation cognitive, elle consiste à transférer à des artefacts, souvent digitaux, la charge de travail cognitive des membres de l'organisation. Elle permet de présenter aux membres de l'organisation uniquement les informations pertinentes (Choe *et al.*, 2015 p.891), d'automatiser l'évaluation de situations et la prise de décision (Fast-Berglund *et al.*, 2013 p.450). L'automatisation cognitive vise à réduire au maximum les erreurs d'appréciation, les erreurs de jugement des membres de l'organisation. Le système PMA²⁵² que présentent Alavian *et al.* (2020) et permettant d'automatiser la prise de décision opérationnelle est une illustration de l'opportunité qu'offre l'IoT pour matérialiser l'automatisation cognitive.

4- La maintenance des équipements.

Comme les trois précédents aspects, la maintenance des équipements participe à la fiabilité du système de production et au respect des délais de livraison convenus avec les clients. Elle a

²⁴⁸ Affogbolo R. (2020) "L'usine du futur de PSA" in C. Godé, M. Bidan (Eds), *Cas en management des systems d'information : Etudes de cas – DSCG5*, EMS, Caen, France, p.129-144.

²⁴⁹ Groupe Peugeot est désormais intégré à Stellantis né de la fusion avec FCA (Fiat Chrysler Automobiles)

²⁵⁰ Automated Guided Vehicle

²⁵¹ Le risque d'accidents a été réduit mais pas entièrement supprimé. Quelques accidents continuent d'avoir cours et sont causés par les postes de caristes (sur d'autres processus) qui n'ont pas encore été supprimés par l'automatisation via les AGV.

²⁵² Voir p.14 du manuscrit

pour objectif d'étendre autant que possible la disponibilité des équipements de production en réduisant au maximum les interruptions non planifiées, notamment pour cause de pannes, et les interruptions initiées trop tôt pour cause de maintenance préventive. De telles interruptions peuvent entraîner des retards dans le planning de fabrication. Avec l'IoT, la disponibilité des équipements peut être optimisée en établissant des procédures de maintenance s'appuyant sur les données de leur utilisation réelle²⁵³ que fournissent les capteurs embarqués. Les organisations manufacturières peuvent ainsi anticiper au plus près les moments de survenance des défaillances des équipements et planifier de manière optimale les périodes d'interruption pour réaliser les opérations de maintenance (Bokrantz *et al.*, 2017, 2020 ; Rymaszewska *et al.*, 2017). La socialisation des artefacts²⁵⁴ joue ici un rôle important en permettant aux équipements de production d'interagir avec les membres de l'organisation pour signaler une défaillance à venir, ou pour déclencher de manière autonome la procédure de maintenance.

En prenant en compte la discussion ci-dessus concernant les aspects à considérer par l'organisation manufacturière pour respecter les livraisons convenues avec les clients en termes de conformité des produits, de quantité, et de délai (Affogbolo *et al.*, 2019), il y a lieu de déployer au niveau des processus des formes d'automatisation mécanique et/ou cognitive qui réduisent au maximum le risque d'erreurs humaines. Par exemple, l'approche essais – erreurs avec des outputs pouvant varier (Felin *et al.*, 2012) ne correspond probablement pas aux exigences de conformité et de délai mentionnées ici. De même, l'organisation qui routinise l'IoT peut mettre en place une surveillance, dynamique et flexible, permettant de repérer en temps réel les dérives dans le fonctionnement des équipements et l'exécution des processus, en référence aux trajectoires définies et planifiées. De tels choix au niveau des processus doivent en outre permettre à l'organisation de s'adapter aux changements comme

²⁵³ Condition-based

²⁵⁴ Voir p.123 du manuscrit

l'enregistrement de nouvelles commandes, ou au contraire, des annulations de commandes préalablement enregistrées.

Au niveau organisationnel, Ward *et al.* (1996 p.621) suggèrent que pour s'assurer que le système de production fonctionne comme planifié et ne dévie pas de la trajectoire définie, il faut ajouter des managers intermédiaires appelés « *checkers*²⁵⁵ ». Ils admettent néanmoins que l'introduction de cette ligne hiérarchique supplémentaire rend l'organisation moins agile, moins adaptative, et davantage bureaucratique. Une approche qui s'éloigne donc de la logique de la Stratégie Industrielle et de l'usage de l'IoT. Des travaux empiriques récents (Cagliano *et al.*, 2019) présentent une approche inverse à celle de Ward *et al.* (1996 p.621) en observant une suppression de certaines lignes hiérarchiques intermédiaires. De même, le développement de la visibilité des processus et des matières, et la socialisation des artefacts permettent aux membres de l'organisation en première ligne d'exercer par eux-mêmes le contrôle des opérations pour s'assurer de la conformité avec la trajectoire définie. Le design organisationnel s'appuie ainsi sur leur expertise et correspond à une approche de contrôle décentralisé, ou même à une approche d'auto contrôle effectué par des opérateurs « experts » (Zammuto & O'Connor, 1992 p.708) inspectant en continu et en temps réel l'exécution conforme des processus. « Avec l'expertise pour reconnaître les problèmes et l'autorité pour les résoudre, ces employés peuvent diagnostiquer les problèmes, trouver des solutions et les mettre en œuvre plus rapidement que s'ils devaient en référer à leur hiérarchie avant de les résoudre » (Zammuto & O'Connor, 1992 p.708). L'organisation doit en plus s'appuyer sur une structure facilitant l'ajustement mutuel, la coordination, et même l'intégration entre les équipes à la fabrication et les équipes support spécialistes de la maintenance des équipements de production (Bokrantz *et al.*, 2020 p.9 ; Zammuto & O'Connor, 1992 p.709). Il y a lieu de faciliter le libre échange de connaissances et d'informations entre ces équipes (Nahm *et al.*,

²⁵⁵ Emphase ajoutée

2003 p.297). Pour les membres de l'organisation, notamment en première ligne, les enjeux restent identiques à ceux déjà mentionnés précédemment. Les mécanismes pour y faire face restent alors les mêmes.

4.2.2.2 Célérité de la livraison

Livrer plus vite implique d'établir des délais de fabrication (lead time) plus courts (Größler & Grübner, 2006 p.465). Cela implique plus loin des processus et des tâches réalisés suivant des durées (temps de cycle) plus courtes, et des équipements dont les disponibilités sont étendues, optimisées. Les quatre aspects énumérés ci-dessus pour le respect des termes de livraison peuvent aussi être convoqués pour arriver à proposer des livraisons plus rapides. Les deux dimensions de la fiabilité sont donc liées (Größler & Grübner, 2006 ; Ward *et al.*, 1996) car « le succès à long terme exige que les promesses de livraison rapide soient tenues avec un haut degré de fiabilité » (Ward *et al.*, 1996 p.600). Comme expliqué précédemment, la visibilité peut permettre d'identifier des points d'inefficience (temps de réalisation pouvant être réduits, niveau d'erreurs et de retravail au-delà des seuils de tolérance, etc.) dans l'exécution des processus. S'inscrivant dans une approche permanente avec la routinisation de l'IoT, les améliorations des processus peuvent alors être continues, et peuvent permettre d'améliorer les temps de cycle. Les améliorations évoquées peuvent impliquer des automatisations partielles (des points particuliers des processus à l'origine des inefficiences), ou complète (l'intégralité du processus). Concernant les équipements de production, s'appuyer sur des procédures conditionnelles de maintenance peut permettre d'étendre leur disponibilité. Comme pour les processus en général, en s'inscrivant dans une approche permanente de l'analyse des données d'usage des équipements, il peut être possible d'identifier des voies d'extension continue de leur disponibilité. Au niveau organisationnel, le système de production s'appuie sur l'expertise des membres en première ligne, dont le niveau d'autonomie (pour identifier et déployer les améliorations) est aussi élevé. Dans le

prolongement des analyses précédentes, les améliorations continues des temps de cycle, de la disponibilité des équipements de production peuvent conduire à des suppressions de postes au niveau des membres en première ligne, comme des managers intermédiaires, et au niveau des équipes (support) de la maintenance. En effet, les compressions des délais de réalisation des tâches et des processus peuvent se traduire par une réduction du nombre de personnes requises en première ligne, et ensuite au niveau de l'encadrement intermédiaire. Il peut en être de même au niveau des équipes support chargées de la maintenance des équipements de production. En revanche, le système de production s'appuyant sur des experts, les membres de l'organisation à ces niveaux doivent présenter des niveaux de compétences technologiques et des niveaux de polyvalence plus élevés, notamment avec l'usage de l'IoT qui entraîne des environnements de travail technocentrés.

L'analyse que propose cette section éclaire la manière dont l'organisation qui routinise l'IoT peut améliorer la fiabilité de son système de production et livrer les clients selon les termes convenus. Dans la section suivante, nous examinons la troisième capacité opérationnelle manufacturière sur laquelle s'appuie la conception de la Stratégie Industrielle, la flexibilité.

4.2.3 La flexibilité

Renvoyant souvent à l'agilité, ou à l'adaptabilité (Agarwal *et al.*, 2007 ; Lu & Ramamurthy, 2011 ; Patel & Jayaram, 2014 ; Tallon *et al.*, 2019), la flexibilité permet de s'adapter de manière rapide et fluide à des situations non anticipées, à des changements sur les marchés ou en termes de demande (Eisenhardt *et al.*, 2010 p.1264 ; Lu & Ramamurthy, 2011 p.933 ; Patel & Jayaram, 2014 p.36 ; Upton, 1995 p.207). En tant que capacité opérationnelle des organisations manufacturières, la flexibilité correspond à l'aptitude à réaliser, dans une approche dynamique et à un coût accessible²⁵⁶, la réorganisation du système de production pour faire face à des changements inattendus (ex. changement de la date de livraison au client,

²⁵⁶ Préservant la rentabilité

nouvelles demandes de personnalisation émanant de clients, baisse imprévue de la demande, croissance soudaine de la demande, panne d'équipements de production, etc. Voir Rossit *et al.*, 2019 p.3804). À la différence des deux capacités examinées précédemment, la flexibilité n'est pas un vecteur direct de la différenciation par rapport aux concurrents. Elle profite « plus souvent directement au fabricant qu'aux clients. Pour cette raison, la flexibilité est généralement une capacité manufacturière qui *améliore ou contribue*²⁵⁷ à la stratégie de différenciation des produits plutôt que de servir de base à la différenciation » (Ward *et al.*, 1996 p.604). Pendant une période récente, en raison de la crise du Covid-19, la flexibilité a suscité un intérêt important (cf. perturbations des chaînes d'approvisionnement, fermeture d'unités de production, nouvelles directives en matière de sécurité sanitaire dans les usines, etc.). Ces perturbations ont rappelé l'intérêt de tirer parti de technologies comme l'IoT pour rendre les systèmes de production plus réactifs, plus flexibles. La flexibilité permet en effet de mieux faire face aux chocs et aux interruptions non planifiées pour recouvrer progressivement l'état initial. DesJardine *et al.* (2019) montrent de manière cohérente que la flexibilité permet de réduire le temps nécessaire pour recouvrer l'état initial, contribuant ainsi à la résilience de l'organisation.

La littérature sur la Stratégie Industrielle (Größler & Grübner, 2006 ; Leong *et al.*, 1990 ; Miller & Roth, 1994 ; Skinner, 1996a ; Upton, 1995 ; Ward *et al.*, 1996 ; Wheelright, 1984) indique que la flexibilité opérationnelle concerne deux aspects. 1- Le *changement de produit*, c'est-à-dire l'aptitude de l'organisation manufacturière à faire basculer tout ou partie de son système de fabrication d'un type de produit à un autre, de manière rapide et rentable²⁵⁸. 2- Le *changement de volume*, qui correspond à l'aptitude à recalibrer, de manière rapide et rentable, le système de production pour tenir compte d'un nouveau volume de production (à la hausse,

²⁵⁷ Emphase originale

²⁵⁸ La rapidité et la rentabilité sont importantes ici. Par exemple, Upton (1995 p.206) observe que sur des processus similaires exécutés par 52 usines de l'industrie nord-américaine du papier non couché, les différences entre les usines en termes de durées des opérations de changement de produits peuvent varier suivant des facteurs de 10 à 240 selon le type de changement effectué.

ou à la baisse) concernant le produit en cours de fabrication. Nous discutons de chacun de ces aspects dans la suite.

4.2.3.1 Changement de produit

Changer le type de produit en cours de fabrication pour s'adapter à des changements non anticipés implique de réaffecter et/ou de reprogrammer les ressources et les équipements de production. L'usage de l'IoT permet de faciliter de telles opérations, de les réaliser sans erreurs et en moins de temps, parfois de les automatiser. Rossit *et al.* (2019) présentent une illustration de la possibilité qu'offre cette technologie pour réadapter de manière rapide le planning de fabrication pour faire face à un événement imprévu. La simplicité d'usage du système qu'ils proposent rend l'opération accessible aux membres en première ligne, quand elle n'est pas entièrement automatisée. À noter qu'avant la réalisation de la réadaptation du programme de fabrication, les jumeaux numériques des équipements, ou de l'ensemble du système de production, peuvent être utilisés pour simuler ou tester le changement et examiner le comportement de l'infrastructure de production et identifier les meilleures alternatives pour effectuer le changement dans la fabrication (voir Ding *et al.*, 2019).

Plus généralement, la flexibilité opérationnelle et la possibilité de changer de type de produit en cours de fabrication sont souvent associées à la modularité du système de production. Plusieurs travaux (Eisenhardt *et al.*, 2010 p.1264 ; Schilling, 2000 p.312 ; Tu *et al.*, 2004 p.148) expliquent que la modularité améliore, renforce, la flexibilité du système. « La modularité est un concept général des systèmes : il s'agit d'un continuum décrivant le degré auquel les composants d'un système peuvent être séparés et recombinaés, et il fait référence à la fois à l'étroitesse du couplage entre les composants et au degré auquel les « règles » de l'architecture du système permettent (ou interdisent) le mélange et l'appariement des composants » (Schilling, 2000 p.312). La modularité implique la désagrégation du système initial pour s'appuyer sur des sous-systèmes ou modules indépendants. Il en résulte un

système différent répondant à un besoin différent, néanmoins sans perte de fonctionnalité ou de performance (Campagnolo & Camuffo, 2010 p.259). « Tous les systèmes sont, à un certain degré, modulaires. ... Les systèmes qui étaient à l'origine étroitement intégrés peuvent être décomposés en composants faiblement couplés qui peuvent être mélangés et assortis, ce qui permet une plus grande flexibilité dans les configurations finales » (Schilling, 2000 p.312). Dans le contexte particulier des organisations manufacturières, un « nombre croissant de fabricants commencent à utiliser des lignes d'assemblage modulaires où les postes de travail et les unités d'acheminement peuvent être ajoutés, retirés ou réorganisés pour créer différentes capacités de processus » (Tu *et al.*, 2004 p.151). Pour revenir à l'IoT, des artefacts connectés comme les AGV peuvent servir à acheminer les pièces (Affogbolo, 2020), ou peuvent servir de postes de travail mobiles. Ces artefacts IoT facilitent ainsi la mise en œuvre de la modularisation du système de production. Classiquement, la modularisation du système consiste à standardiser les modules du système « afin qu'ils puissent être facilement reséquencés ou que de nouveaux modules puissent être ajoutés rapidement » pour répondre à des besoins de changement (Patel & Jayaram, 2014 p.35 ; Tu *et al.*, 2004 p.151). Elle s'appuie sur trois principes : 1- La *standardisation des modules*, qui consiste à réduire autant que possible la variété interne des modules en termes de tâches, d'outils, de processus. 2- La *recombinaison des modules*, qui consiste à reconfigurer, réorganiser le système de production par le réagencement des parties ou des modules. 3- Le *report de modules*, qui consiste à instancier un module (tâches, processus) au plus près du moment où il est le plus pertinent dans la chaîne de valeur (Feitzinger & Lee, 1997 ; Patel & Jayaram, 2014 ; Tu *et al.*, 2004). Il faut toutefois noter que la réalisation de la valeur de l'IoT résulte de processus dynamiques. Comme souligné plus haut, les organisations manufacturières tirent profit de la visibilité, de l'automatisation, de la socialisation des artefacts qu'entraîne cette technologie pour identifier et déployer de manière continue des améliorations de leurs processus. Les modules

indépendants ne peuvent alors être complètement standardisés, figés. Ils fonctionnent plutôt dans une approche de conformité dynamique²⁵⁹. En conséquence, en s'appuyant sur la modularisation, l'organisation doit s'assurer de manière continue de la cohérence globale du système de production incluant des modules dynamiques. Autrement dit, la modularisation du système de production qu'entraîne l'IoT implique une conformité dynamique intra module, et une cohérence dynamique inter modules. La visibilité de bout en bout et les jumeaux numériques permettent de s'assurer à la fois de la conformité dynamique et de la cohérence dynamique. Ces possibilités (visibilité, jumeau numérique) qu'offre l'IoT permettent aussi d'optimiser les recombinaisons des modules en permettant d'identifier les combinaisons optimales, pouvant générer les rendements les plus élevés. Elles peuvent aussi permettre d'améliorer l'identification des moments les plus adéquats pour instancier les modules.

La mise en place d'un système de fabrication modulaire pour faciliter les changements de produits implique au niveau organisationnel des équipes dynamiques (Tu *et al.*, 2004 p.152), ou une organisation modulaire (Campagnolo & Camuffo, 2010 p.274), ou des semi-structures (Eisenhardt *et al.*, 2010 p.1264). Ces différents synonymes correspondant à un design flexible s'appuient sur des heuristiques pour guider les actions tout en laissant une certaine latitude pour l'ajustement en temps réel des actions aux événements (Eisenhardt *et al.*, 2010 p.1264). Ils requièrent de réorganiser de manière rapide les équipes et de les relier aux ressources nécessaires (Tu *et al.*, 2004 p.152). Ils proposent « des hiérarchies plus plates, une prise de décision décentralisée, une plus grande tolérance à l'ambiguïté, des frontières internes et externes perméables, une responsabilisation des collaborateurs, un renouvellement des capacités, des unités auto-organisées » (Campagnolo & Camuffo, 2010 p.274). Ils encouragent la créativité, l'autonomie et l'apprentissage (Nahm *et al.*, 2003 p.297). Nous rappelons néanmoins à nouveau qu'avec l'IoT, les processus de décision peuvent combiner

²⁵⁹ Voir p.274 du manuscrit

heuristique et rationalité. En conséquence, le processus décisionnel correspondant à l'approche modulaire peut aussi s'appuyer sur cette combinaison ouvrant sur des décisions plus efficaces.

La flexibilité et la modularité exigent en première ligne des membres polyvalents, hautement qualifiés et en moyenne mieux rémunérés (Nahm *et al.*, 2003 p.297 ; Skinner, 1996a p.11). En effet, pour les opérateurs, la flexibilité et la modularité peuvent impliquer, au besoin, des changements des postes et des tâches assignées (variation dans la charge de travail et dans l'étendue des tâches), des ajustements des heures de travail, et du nombre de personnes travaillant. En d'autres termes une flexibilité de la main-d'œuvre (Cagliano *et al.*, 2014 ; Harsch & Festing, 2020 ; Kok & Ligthart, 2014). Certains travaux (Cagliano *et al.*, 2014 p.782-783 ; Kok & Ligthart, 2014 p.35 ; Shilling & Steensma, 2001 p.1152 ; Tu *et al.*, 2004 p.152) proposent aussi de s'appuyer sur des arrangements de travail alternatifs, par exemple en faisant appel à des travailleurs temporaires, ayant notamment des compétences indispensables pour la fabrication réussie du type de produit dont la production va être lancée à la suite du changement. Plus généralement, pour effectuer le changement de produit en réadaptant le système de production, les organisations manufacturières s'appuient sur des équipes flexibles, en l'occurrence des opérateurs polyvalents et multifonctionnels (Kok & Ligthart, 2014 ; Loon *et al.*, 2020), comme les opérateurs 4.0 que mentionnent plusieurs travaux (Golan *et al.*, 2020 ; Romero *et al.*, 2020). De tels opérateurs peuvent réaliser un large éventail de tâches, et peuvent donc être réaffectés à différents postes ou stations de travail. Les équipes flexibles permettent aux organisations manufacturières de mieux réagir pour s'adapter de manière rapide et appropriée aux conditions changeantes (Harsch & Festing, 2020 ; Nahm *et al.*, 2003 ; Upton, 1995). Pour améliorer leurs aptitudes et leurs compétences techniques et réussir la transition vers la polyvalence, les organisations s'appuient sur des mécanismes classiques comme la formation, l'apprentissage, la diffusion de la connaissance

(Kok & Ligthart, 2014 ; Loon *et al.*, 2020 ; Nahm *et al.*, 2003). Il convient toutefois de souligner ici que l'étude réalisée par Upton (1995) observe que les opérateurs moins expérimentés peuvent être plus flexibles. Il illustre (p.213) cet aspect avec le cas d'une organisation manufacturière réalisant de bonnes performances en termes de rapidité des changements de produits. Pour sa nouvelle usine, cette organisation s'est appliquée la règle de ne recruter aucun opérateur ayant de l'expérience dans son industrie (industrie du papier). Tous les opérateurs recrutés avaient peu d'expérience dans l'industrie en général (18 mois en moyenne, contre 18 ans en moyenne dans les usines concurrentes). Globalement, les niveaux plus faibles de spécialisation, de routinisation, de technicité permettent aux membres les moins expérimentés de l'organisation d'être plus ouverts à la polyvalence et à l'acquisition des connaissances nouvelles nécessaires pour occuper de nouveaux postes en première ligne.

4.2.3.2 Changement de volume

Changer en cours de fabrication le volume planifié implique de reprogrammer le système de production pour tenir compte d'une nouvelle quantité à produire. Si cela ne s'accompagne pas d'un changement du délai initial de livraison, cela revient à produire plus vite²⁶⁰. Quel que soit le cas de figure, l'analyse présentée ci-dessus concernant le changement de produit éclaire aussi dans une certaine mesure le changement de volume. La prise en compte d'un volume additionnel et la réadaptation qui s'ensuit du système de production peuvent s'effectuer de manière plus efficace, rapide, et décentralisée grâce à l'IoT (cf. Rossit *et al.*, 2019). Lorsque le système de production est modulé, la prise en compte du volume additionnel peut aussi impliquer l'ajout de modules supplémentaires pour absorber le surcroît d'activités. Les éléments de processus et de schéma organisationnel présentés précédemment peuvent alors être pertinents aussi pour le changement de volume. En revanche, pour les membres de l'organisation, alors que nous avons surtout insisté sur les compétences et la polyvalence,

²⁶⁰ Voir p.285 du manuscrit

l'analyse ici se focalisera surtout sur la quantité additionnelle de travail nécessaire pour faire face au surcroît d'activités. La littérature (Cagliano *et al.*, 2014 ; Kok & Ligthart, 2014 ; Martínez-Sánchez *et al.*, 2011, 2020) utilise le terme de flexibilité numérique des ressources humaines (RH) pour souligner cet aspect. Globalement, la flexibilité des RH se décompose en deux dimensions. 1- La *flexibilité interne*, qui correspond aux pratiques de l'organisation pour augmenter sa capacité à faire face aux incertitudes en augmentant les compétences des membres de l'organisation ou en modifiant l'organisation du travail (Cagliano *et al.*, 2014 p.762 ; Martínez-Sánchez *et al.*, 2020 p.319). Elle inclut deux sous-dimensions. 1,a- La *flexibilité fonctionnelle*, qui correspond aux pratiques par lesquelles les organisations « s'ajustent à l'évolution de la demande de leurs produits par une réorganisation interne des lieux de travail basée sur la polycompétence²⁶¹, la capacité à être multi-tâches²⁶², le travail en équipe, et l'implication des membres à la conception des tâches et à l'organisation du travail » (Martínez-Sánchez *et al.*, 2011 p.718). La flexibilité fonctionnelle facilite la mobilité interne, avec des membres ayant plusieurs compétences, et pouvant alors servir à plusieurs postes de travail au sein de l'organisation (Kok & Ligthart, 2014 p.33). La flexibilité fonctionnelle peut faciliter la recombinaison des modules du système de production lors du changement de produit présenté ci-dessus. 1,b- La *flexibilité interne numérique*, qui correspond à « l'ajustement du volume de travail aux changements de la demande par le biais de contrats à temps partiel et de la répartition annuelle, mensuelle ou hebdomadaire du temps de travail » (Martínez-Sánchez *et al.*, 2011 p.719). La flexibilité interne numérique s'appuie donc sur les volumes horaires de travail et constitue le moyen le plus rapide pour ajuster les RH à une augmentation, ou une baisse de l'activité (Kok & Ligthart, 2014 p.33). 2- La *flexibilité externe* (numérique), qui correspond aux pratiques de l'organisation pour s'appuyer sur le marché du travail externe par le biais des travailleurs temporaires (Cagliano *et al.*, 2014

²⁶¹ Multi-skilling

²⁶² Multi-tasking

p.762 ; Martínez-Sánchez *et al.*, 2020 p.319). Elle permet de compléter les RH disponibles en interne pour faire face au surcroît d'activité. La flexibilité externe permet aussi de faire appel à des travailleurs hautement qualifiés dont l'organisation a besoin de manière temporaire. En tenant compte des formes de flexibilité des RH présentées, la réadaptation du système de production pour absorber un volume additionnel, un surcroît d'activité, ou à l'inverse une baisse d'activité, s'appuie notamment sur la flexibilité interne numérique et la flexibilité externe.

		Domaines de choix		
		Processus	Schémas organisationnels	Membres de l'organisation
Capacités opérationnelles	Qualité	Conformité processus <ul style="list-style-type: none"> ■ Approche flexible et dynamique de la vérification de la conformité 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Parcours décisionnel combinant rationalité et heuristique ■ Design organisationnel plat, combinant contrôle et exploration 	<ul style="list-style-type: none"> ■ S'appuyer sur la propension et l'engagement envers le changement ■ S'appuyer sur les stratégies cognitives et le dialogue productif ■ S'appuyer sur les mécanismes RH comme la formation, le développement, la diffusion de la connaissance
	Conformité produits	<ul style="list-style-type: none"> ■ Automatisation (complète ou partielle) de la vérification de la conformité 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Colocalisation, équipes mixtes ou cross fonctionnelles facilitant les interactions entre les équipes qualité et TI 	
	Fiabilité	Livrer dans les délais <ul style="list-style-type: none"> ■ Automatisation mécanique et/ou cognitive pour réduire le risque d'erreurs humaines ■ Surveillance dynamique et flexible des équipements et processus 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schéma organisationnel s'appuyant sur l'expertise des membres en première ligne ■ Ajustement mutuel, intégration, entre les équipes production et maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Réduction du nombre de membres en première ligne, et au niveau de l'encadrement intermédiaire ■ Réduction de la taille des équipes support à la maintenance des équipements de production ■ Niveaux de compétence et de polyvalence élevés requis pour les membres en première ligne
Livrer dans des délais courts	<ul style="list-style-type: none"> ■ Recherche continue d'amélioration des temps de cycle ■ Recherche continue de l'extension de la disponibilité des équipements 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schéma organisationnel s'appuyant sur l'expertise des membres en première ligne ■ Responsabilisation et autonomie élevée des membres en première ligne 		
Flexibilité	Changement de produit <ul style="list-style-type: none"> ■ Système de fabrication modulaire ■ Recherche continue de l'amélioration des processus (modules) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Parcours décisionnel combinant rationalité et heuristique ■ Semi-structure modulaire, dynamique 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Niveaux de compétence et de polyvalence élevés requis pour les membres en première ligne ■ Flexibilité fonctionnelle des membres 	
Changement de volume	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cohérence dynamique inter modules 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Responsabilisation et autonomie élevée des membres en première ligne 		<ul style="list-style-type: none"> ■ Flexibilité numérique

Tableau 4.1 : Une nouvelle Structuration du contenu de la Stratégie Industrielle

Nous achevons ici notre présentation détaillée du contenu de la Stratégie Industrielle, où nous décrivons les reconfigurations et les changements possibles qu'entraîne l'usage de l'IoT. Il se dégage de cette présentation une nouvelle structuration de la Stratégie Industrielle (Tableau 4.1) s'appuyant à la fois sur les capacités opérationnelles manufacturières et les domaines de

choix. Comme rappelé plus haut²⁶³, la littérature ne propose pas à notre connaissance d'analyse conjointe des capacités manufacturières et des domaines de choix sur lesquels s'appuie la Stratégie Industrielle. La nouvelle structuration que développe cette partie de notre travail présente plusieurs alternatives sur lesquelles peuvent s'appuyer les organisations manufacturières. Dans une certaine mesure, elle correspond à l'approche du compromis entre les capacités manufacturières. Dans ce cas de figure, l'organisation va prioriser l'une d'elles par rapport aux autres et s'appuyer principalement sur les alternatives présentées pour la capacité priorisée. La structuration développée correspond aussi à l'approche du cumul²⁶⁴ (Ferdows & De Meyer, 1990) en débutant par la qualité. Après avoir déployé les alternatives qu'offre l'IoT concernant cette première capacité manufacturière, l'organisation déploiera ensuite la fiabilité, et en dernier la flexibilité.

Dans la section ci-dessous, nous discutons des impacts potentiels des reconfigurations et des changements de la Stratégie Industrielle que permet l'IoT sur le coût et la performance opérationnelle.

4.3 Impacts sur le coût et la performance

Les différents changements présentés ci-dessus concernant la Stratégie Industrielle conduisent souvent les organisations manufacturières à réduire les coûts de leurs activités et à améliorer leur performance opérationnelle. Dans cette section, nous présentons en premier lieu les opportunités de réduction de coûts. Ensuite, nous évoquons les améliorations de performance.

4.3.1 La réduction des coûts de production

La maximisation de la valeur économique pour l'organisation manufacturière comme pour ses parties prenantes (clients, actionnaires, etc.) implique souvent aussi la minimisation des coûts d'activités. La minimisation des coûts est un problème commun à de très nombreuses

²⁶³ Voir p.271 du manuscrit

²⁶⁴ Sand cone approach

organisations, dans plusieurs secteurs d'activités (Shivajee *et al.*, 2019 p.3 ; Yamashina & Kubo, 2002 p.4078). Concernant l'industrie manufacturière, la littérature (Ferdows & De Meyer, 1990 ; Leong *et al.*, 1990 ; Skinner, 1969 ; Ward *et al.*, 1996 ; Wheelwright, 1984) la considère aussi comme l'une des capacités opérationnelles sur laquelle peut s'appuyer l'organisation pour concevoir sa Stratégie Industrielle. Même si Wheelwright (1984 p.81) nuance l'importance de cette capacité en notant explicitement que « les organisations peuvent se concurrencer autrement que par les seuls prix²⁶⁵ de leurs produits ». Certains académiques (Ferdows & De Meyer, 1990 ; Größler & Grübner, 2006) considèrent aussi le coût comme le dernier aspect à prendre en compte dans la conception et la mise en œuvre de la Stratégie Industrielle, après le cumul respectivement des aspects qualité, fiabilité, et flexibilité. En d'autres termes, la minimisation des coûts découle, dans une certaine mesure, de la combinaison des actions que met en œuvre l'organisation concernant les précédentes capacités. La présente étude considère aussi la minimisation des coûts essentiellement comme une résultante du cumul et de la combinaison des capacités manufacturières de la qualité, de la fiabilité, et de la flexibilité.

De manière générale, les coûts peuvent être répartis en coûts directs et en coûts indirects. Les *coûts directs* sont relatifs à la conception et à la fabrication (ex. les coûts de conception, les coûts de matières, les coûts de transformation). En revanche, les *coûts indirects* ne sont pas directement imputables au niveau d'activité, comme les loyers, l'amortissement, les frais administratifs et commerciaux (Ning *et al.*, 2020 p.186). Les coûts peuvent aussi être répartis en coûts fixes et en coûts variables. Les *coûts fixes* sont sans rapport direct avec les niveaux d'activités, les volumes de production (ex. l'amortissement des équipements de production). Les *coûts variables* sont proportionnels aux volumes de la production. Ils incluent les coûts

²⁶⁵ Étant entendu que la concurrence par les prix repose souvent sur la minimisation des coûts d'activités, Wheelwright (1984) indique implicitement que la minimisation des coûts d'activités est loin d'être la première arme concurrentielle des organisations manufacturières.

directs de matières, les coûts indirects de matières (ex. lubrifiants pour usinage), les coûts salariaux directs (ex. opérateurs en première ligne), les coûts salariaux indirects (ex. chargés de la maintenance), les coûts des outillages, de matrice et de gabarit, de l'énergie, les coûts de la maintenance et des pièces de rechange pour les équipements de production (Yamashina & Kubo, 2002 p.4080). En se focalisant uniquement sur les coûts variables, certains académiques (Dhavale, 1990 p.6 ; Shivajee *et al.*, 2019 p.3-4) distinguent trois grandes classes de coûts de production classiques. 1- Les *coûts directs de matières*, qui correspondent aux coûts des matières premières et des composants nécessaires à la fabrication d'un produit. 2- Les *coûts salariaux directs et indirects*, qui correspondent aux rémunérations versées aux membres de l'organisation (permanents comme temporaires). 3- Les *coûts de conversion ou de transformation*, qui incluent 3,a- les coûts indirects de matières ou de consommables (filtres, énergies, lubrifiants, produits chimiques, etc.), 3,b- les coûts de rebuts (produits fabriqués défectueux et ne pouvant être expédiés aux clients), 3,c- les coûts des outillages.

Au-delà de ces coûts conventionnels, plusieurs types de coûts pouvant affecter la rentabilité de l'organisation manufacturière peuvent découler des erreurs (d'appréciation, de jugement, d'exécution) et des défaillances. Yamashina & Kubo (2002 p.4078) identifient plusieurs formes d'erreurs et de défaillances pouvant être des sources potentielles de coûts. Elles concernent les *équipements* (ex. pannes, mauvais réglages, durées et/ou erreurs dans les changements d'outils, problèmes de démarrage, arrêts de courtes durées à la suite de défauts provenant du poste de travail précédent, ralentissements de la cadence ou de la vitesse, défauts), les *matières* (ex. faibles rendements, erreurs ou défaut de matières indirectes, matrice et gabarit, pertes d'énergie), et les *membres de l'organisation en première ligne* (ex. gestion du poste de travail, mouvements effectués pour la réalisation des tâches, logistique, organisation de la ligne de fabrication, mauvaise appréciation des pertes). Shivajee *et al.* (2019) insistent aussi sur les chutes et les rebuts.

L'usage de l'IoT permet aux organisations manufacturières de réduire les différentes formes de coûts de production mentionnées ci-dessus, notamment les coûts variables. Shivajee *et al.* (2019 p.3) notent par exemple que l'automatisation qui permet la digitalisation (ex. IoT) dans l'industrie manufacturière propose plusieurs bénéfices dont la réduction des chutes, la réalisation d'économies sur les coûts salariaux, la minimisation des défauts et des temps d'arrêt. Globalement, la digitalisation peut²⁶⁶ entraîner pour l'organisation un avantage coût. Les discussions précédentes concernant la manière dont l'usage de l'IoT affecte, reconfigure, restructure le contenu de la Stratégie Industrielle éclairent aussi cet aspect. Par exemple, en déployant la conformité dynamique qui s'appuie sur la visibilité de bout en bout, l'organisation manufacturière peut réduire de manière importante les coûts résultant du retravail²⁶⁷, ou les coûts liés aux produits défectueux devant être mis au rebut. « Le suivi en temps réel ... des outils de contrôle de la qualité peut aider toute organisation manufacturière à réduire les coûts variables en termes de consommables, d'énergie, et de produits défectueux » soulignent Shivajee *et al.* (2019 p.3) de manière cohérente. De même, l'automatisation mécanique et/ou cognitive qui permet l'IoT peut entraîner la minimisation des coûts résultant des erreurs humaines, et plus largement la réduction des coûts salariaux. Affogbolo (2020 p.132) présente des estimations indiquant que les AGV permettent à des organisations manufacturières de réduire jusqu'à 10% des effectifs chargés de la production. La modularisation du système de production, à laquelle contribuent aussi les AGV, peut permettre de réduire les coûts de production en minimisant le temps et le coût du changement de produit (cf. l'exemple que présente Upton, 1995 dans l'industrie du papier couché ; cet exemple illustre comment le changement de produit peut être coûteux pour l'organisation).

²⁶⁶ Nous utilisons le terme « peut » pour indiquer que cela reste une éventualité et non une certitude, en lien avec nos développements dans la première partie du manuscrit sur la valeur de la technologie pour les organisations.

²⁶⁷ Remanufacturing

L'analyse que propose cette section présente les types de coûts pouvant intervenir dans les activités de production des organisations manufacturières. Les exemples évoqués ensuite indiquent que l'IoT, en entraînant la reconfiguration des capacités manufacturières sur lesquelles s'appuie la Stratégie Industrielle, peut conduire à une réduction des coûts. Cela correspond à l'approche économique de la valeur de la technologie pour les organisations telle que la conceptualisent plusieurs travaux influents en MSI (Grover *et al.*, 2018 ; Hitt & Brynjolfsson, 1996 ; Kohli & Grover, 2008 ; Melville *et al.*, 2004 ; Schryen, 2013). Dans la section suivante, nous évoquons les améliorations de la performance opérationnelle pouvant être concrétisées par les organisations qui routinisent l'IoT. Ces améliorations de performance opérationnelle correspondent aussi à l'approche économique de la valeur de la technologie.

4.3.2 Les améliorations de performance opérationnelle

Plus haut²⁶⁸, nous rappelons que les performances découlant de l'usage de l'IoT peuvent être regroupées en deux principales classes : les performances concernant les processus, et les performances concernant l'ensemble du système d'activités. L'analyse développée ici se focalise sur les performances à l'échelle des processus, en lien avec les discussions ci-dessus concernant les choix de reconfiguration et de changement concernant les trois capacités manufacturières examinées. Encore appelée performance opérationnelle, la performance résultant de l'action combinée des processus est conceptualisée et étudiée de plusieurs manières dans la littérature comme le présente le Tableau 4.2²⁶⁹. La plupart des travaux la mesurent directement au niveau de chaque capacité manufacturière. Quelques autres (ex. Safizadeh *et al.*, 2000) distinguent en plus une performance globale. On retiendra que quelle que soit l'approche, les changements et les reconfigurations de processus qu'entraîne l'IoT peuvent conduire à des améliorations continues de la performance opérationnelle, des

²⁶⁸ Voir p.138 du manuscrit

²⁶⁹ Le Tableau 4.2 présente les mesures de la performance opérationnelle telles que proposées dans les travaux académiques qui s'y penchent, parmi l'ensemble des travaux que nous avons mentionnés jusqu'à présent dans cette partie du manuscrit.

améliorations permettant à leur tour d'obtenir un avantage concurrentiel comme l'indiquent souvent les travaux rappelés dans le Tableau 4.2.

Auteurs	Mesures de la performance opérationnelle proposées
Arana-Solares <i>et al.</i> (2019 p.85)	La performance est mesurée en comparaison de la concurrence et s'appuie sur cinq items (qualité (conformité produit), capacité et performance du produit, lancement de nouveaux produits dans les délais prévus, innovation produit, service à la clientèle) en utilisant une échelle de Lickert à 5 points.
Zhang <i>et al.</i> (2019 p.231)	La performance est mesurée en comparaison de la concurrence et s'appuie sur dix items relatifs au coût, à la qualité, à la flexibilité, à la livraison, et à l'innovation, en utilisant une échelle de Lickert à 5 points.
Singh <i>et al.</i> (2015 p.4007)	La performance opérationnelle correspond aux améliorations en termes de productivité et de réactivité de l'usine. Sa mesure s'appuie sur six items [deux relatifs à la productivité (des équipements, et des membres en première ligne), quatre relatifs à la réactivité (temps de conception des produits, temps de cycle, délai de production, rapidité de la livraison)].
Patel & Jayaram (2014 p.39)	La performance est mesurée en comparaison de la concurrence en utilisant une échelle à 5 points.
Safizadeh <i>et al.</i> (2000 p.116,123,124)	La performance est mesurée en comparaison de la concurrence en utilisant des échelles à 5 points. Elle est différenciée en performance opérationnelle (qui mesure la performance au niveau des priorités concurrentielles), et en performance globale (qui mesure la performance générale).
Miller & Roth (1994 p.298-299)	Ils renvoient à Roth & Miller (1987) pour la liste exhaustive des indicateurs de mesure de performance pris en compte et mesurés par une échelle à 7 points. Néanmoins, ils présentent huit indicateurs discriminants comme le lead time, le temps de mise en place du changement (de produit par ex.), l'effectif, le ratio cols blancs/bleus, la qualité des produits fabriqués, le nombre de réclamations, le % de nouveaux produits à temps.
Ferdows & De Meyer (1990 p.170-171)	La performance est mesurée sur la base des priorités concurrentielles. La mesure est effectuée sur l'année 1987 par rapport à l'année prise comme référence, 1985.

Tableau 4.2 : Quelques propositions de mesure de la performance opérationnelle dans la littérature

Avec les éléments présentés ci-dessus, nous achevons notre discussion concernant les impacts des reconfigurations du contenu de la Stratégie Industrielle en termes de réduction des coûts d'activité et d'amélioration de la performance opérationnelle. Dans la section suivante, nous synthétisons l'ensemble des développements effectués jusqu'à présent dans cette partie du manuscrit pour proposer un cadre théorique étendu expliquant les reconfigurations de la Stratégie Industrielle que réalisent les organisations manufacturières qui routinisent l'IoT.

4.4 Un cadre théorique étendu

Cette partie du manuscrit analyse l'impact transformationnel que peut avoir l'usage de l'IoT sur le contenu de la Stratégie Industrielle. Cet impact peut ensuite conduire à une réduction des coûts opérationnels et à une amélioration de la performance opérationnelle pour les organisations manufacturières. En d'autres termes, la routinisation de l'IoT offre aux organisations l'opportunité de réaliser davantage de valeur, selon la perspective économique

de ce concept. L'analyse proposée s'appuie sur trois théories, le PFI (Teece, 1986), les Capacités Dynamiques (Teece *et al.*, 1997) et la Stratégie Industrielle (Skinner, 1969). Elle considère l'usage routinisé de l'IoT comme une Capacité Dynamique (Helfat *et al.*, 2007), un mécanisme (Makadok, 2001) dont l'orchestration entraîne les reconfigurations de la Stratégie Industrielle présentées. La réalisation de telles reconfigurations peut entraîner des réductions des coûts opérationnels et des améliorations de la performance opérationnelle. Elle établit aussi que la routinisation de la technologie s'appuie à la fois sur des compléments externes indispensables et des aspects individuels concernant les membres de l'organisation, en l'occurrence la cognition et le dialogue. La littérature sur les Capacités Dynamiques (Adner & Helfat, 2003 ; Helfat & Peteraf, 2015 ; Salvato & Vassolo, 2018) présente ces aspects individuels comme des micro-fondements essentiels au développement des Capacités Dynamiques. Comme souligné dans la première partie, ils guident aussi l'organisation pour accéder de manière unique, fiable et à coût supportable aux compléments externes. Selon notre conceptualisation, l'ensemble de ces éléments déterminant la routinisation de l'IoT sont, dans une approche causale, à l'origine de la matérialisation des reconfigurations de la Stratégie industrielle, et par suite des réductions des coûts opérationnels et des améliorations de la performance opérationnelle. Les relations telles que nous venons de les rappeler entre les principaux concepts de l'analyse sont synthétisées sur la Figure 4.1 qui présente une représentation schématique du cadre théorique que développe cette partie du travail.

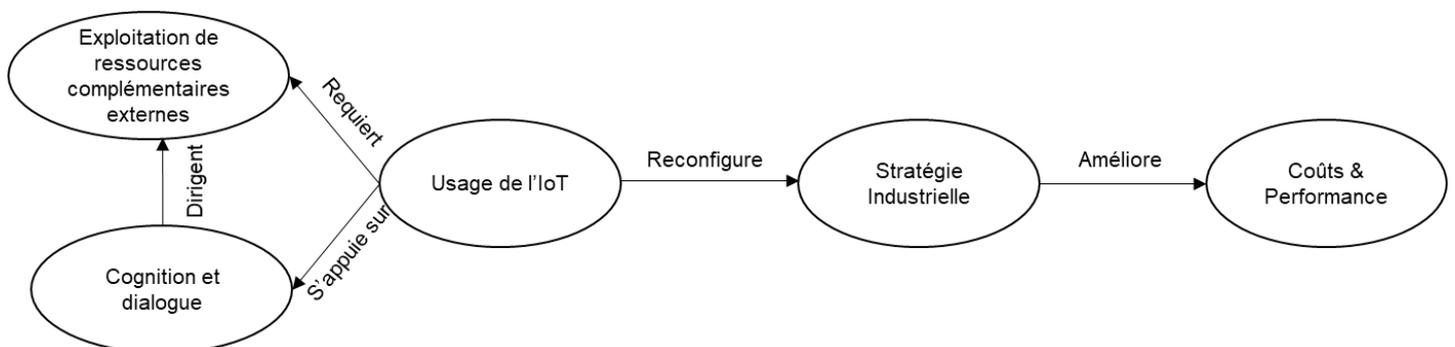


Figure 4.1 : Cadre théorique de l'étude

Le cadre théorique explicité, nous présentons dans la suite la méthodologie d'étude de cas sur laquelle s'appuie cette troisième partie.

4.5 L'exploration empirique

Pour répondre à la question de recherche qu'adresse cette partie de notre travail, nous nous appuyons sur une étude de cas réaliste critique (Tsang, 2014 ; Wynn & Williams, 2012, 2020) qui explore les pratiques de huit organisations manufacturières ayant routinisé l'IoT dans leurs systèmes d'activités. La littérature (Benbasat *et al.*, 1987 ; Dubé & Paré, 2003 ; Easton, 2010 ; Yin, 2018) rappelle qu'il n'y a pas de définition univoque des approches par études de cas. Néanmoins, quelques principales caractéristiques de ces approches méthodologiques sont souvent présentées. Easton (2010 p.118) déplore aussi que peu de travaux empiriques justifient, notamment au plan épistémologique, leurs choix de s'appuyer sur des approches par études de cas. Dans la suite donc, nous justifions notre choix de conduire une étude de cas réaliste critique, d'abord en tenant compte des principales caractéristiques que présente la littérature pour les études de cas en général, ensuite en tenant compte des spécificités de la perspective du réalisme critique.

4.5.1 Pertinence des approches par études de cas pour la présente recherche

Nous présentons en premier lieu les principales caractéristiques générales des approches par études de cas et nous soulignons comment notre étude y correspond.

4.5.1.1 Principales caractéristiques des études de cas

La littérature en MSI, et plus largement en management, mentionne souvent quatre principales caractéristiques pour les études de cas. 1- Ces méthodes sont particulièrement adaptées lorsque la recherche empirique mise en œuvre vise à répondre à des questions comme *comment ?* et *pourquoi ?* (Benbasat *et al.*, 1987 ; Dubé & Paré, 2003 ; Easton, 2010 ; Yin, 2018). Cette troisième partie de notre travail propose justement d'examiner l'une de ces

questions. Notre question de recherche ici concerne en effet comment l'usage de l'IoT conduit les organisations manufacturières à reconfigurer leurs Stratégies industrielles. 2- Les études de cas permettent d'investiguer un phénomène d'intérêt complexe et vaste, requérant une analyse holistique et approfondie. En conséquence, le phénomène ne peut être étudié en dehors de son contexte (Dubé & Paré, 2003 ; Yin, 2018). Notre étude satisfait cette caractéristique en proposant d'examiner de manière approfondie la reconfiguration de la Stratégie Industrielle qu'entraîne la routinisation de l'IoT. Comme présenté plus haut, il s'agit d'un phénomène complexe impliquant de multiples aspects, en l'occurrence trois domaines de choix (processus, design organisationnel, membres de l'organisation) examinés pour trois capacités manufacturières (qualité, fiabilité, flexibilité). L'étude du phénomène requiert aussi la prise en compte du contexte et des particularismes des organisations manufacturières dans lesquelles sont réalisées les reconfigurations, notamment les aspects cognitifs et le dialogue, de même que l'accès aux ressources complémentaires externes indispensables. 3- Les études de cas permettent d'examiner un phénomène dans le contexte réel et d'élaborer ensuite de la théorie à partir des pratiques des organisations (Dubé & Paré, 2003 ; Yin, 2018). Dans cet ordre d'idées, l'étude conduite examine les pratiques réelles, stratégiques et opérationnelles, que déploient huit organisations manufacturières. L'analyse de ces pratiques permet de présenter les reconfigurations réalisées et d'inférer des explications théoriques concernant la causalité à l'œuvre. 4- Les méthodes d'étude de cas combinent plusieurs approches qualitatives de collectes de données permettant de trianguler les observations (Dubé & Paré, 2003 ; Easton, 2010 ; Yin, 2018). Notre étude combine en conséquence plusieurs sources de données qualitatives, en l'occurrence des interviews de membres des organisations manufacturières étudiées, des données d'archive (documents commerciaux, rapports d'activités, des vidéos propriétaires) de ces organisations, des données de presse (articles de presse, vidéos de médias) concernant ces organisations et des parties prenantes externes

comme des associations professionnelles, l'administration publique territoriale. L'exploitation conjointe de ces différentes données permet de croiser les sources de données, et aussi d'observer les demi-régularités permettant ensuite d'inférer des explications dans une démarche rétrodictive.

En tenant compte de ces principales caractéristiques, les études de cas peuvent être définies comme des méthodes de recherche permettant d'examiner un phénomène complexe dans son contexte naturel ou réel, en utilisant plusieurs sources de données pour recueillir des informations sur une ou plusieurs entités (personnes, groupes, organisations) (Benbasat *et al.*, 1987 ; Yin, 2018). L'exploitation de ces sources de données permet de proposer une analyse holistique à travers un processus de recherche itératif (Easton, 2010). Plusieurs travaux (Benbasat *et al.*, 1987 ; Dubé & Paré, 2003) soulignent la pertinence et l'intérêt des méthodes d'études de cas en MSI où sont souvent examinés des phénomènes se manifestant par des interactions complexes et ubiquitaires entre les organisations, la technologie, et les individus, comme dans la présente étude.

Après avoir présenté les principales caractéristiques générales que mentionne la littérature pour les méthodes d'études de cas, nous discutons ci-dessous de sa mise en œuvre dans la perspective du réalisme critique.

4.5.1.2 Les études de cas réalistes critiques

Plusieurs travaux en MSI et dans les disciplines sœurs du management (Easton, 2010 p.119 ; Tsang, 2014 p.177 ; Wynn & Williams, 2012 p.788 ; Wynn & Williams, 2020 p.53) présentent les études de cas comme particulièrement appropriées pour conduire une recherche empirique s'inscrivant dans la philosophie du réalisme critique. Elles offrent la possibilité de documenter, d'expliquer la causalité, c'est-à-dire pourquoi et comment un phénomène se produit (Wynn & Williams, 2012 p.788). La causalité découle de l'orchestration des

mécanismes à l'œuvre, mécanismes qui résultent eux-mêmes d'un contexte d'émergence précis, et qui sont à l'origine du phénomène observé au niveau de la strate de l'*Empirique* (Wynn & Williams, 2020 p.54). L'enchaînement causal évoqué ici entre le contexte, le mécanisme et la manifestation du phénomène est illustré (Figure 4.2) par Easton (2010 p.123) qui s'appuie sur Sayer (2000 p.15), une illustration similaire à celle que propose Tsang (2014) et présentée précédemment²⁷⁰ en Figure 1.6.

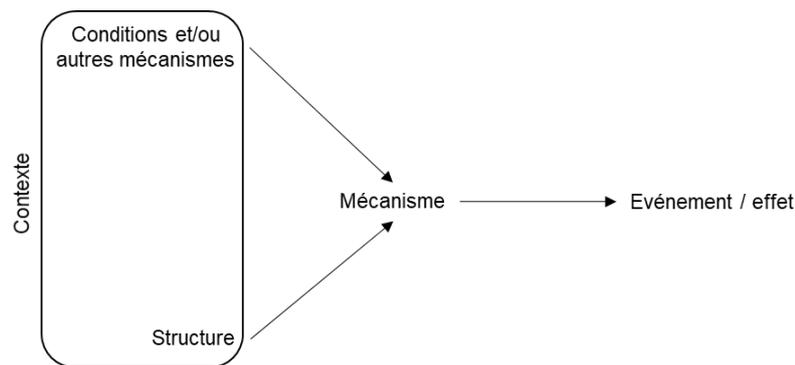


Figure 4.2 : L'enchaînement causal dans la philosophie du réalisme critique (adapté de Sayer, 2000 p.15 ; Easton, 2010 p.123)

Plus généralement, Wynn & Williams (2012 p.796) présentent cinq principes pour la mise en œuvre d'une étude de cas réaliste critique, et plus largement de toute étude empirique dans la perspective du réalisme critique. Ils précisent que ces principes ne correspondent pas à une démarche structurée étape par étape pour mettre en œuvre une étude de cas. Ces principes sont néanmoins interdépendants et guident la mise en œuvre de la démarche empirique au niveau de la collecte et de l'analyse des données. Nous présentons (Tableau 4.3) chacun de ces principes et expliquons comment la présente étude les prend en compte.

Il convient de noter que nous avons reformulé le principe 4 intitulé corroboration empirique par Wynn & Williams. La description que proposent ces deux académiques concernant ce principe qui renvoie à la sélection de la meilleure explication parmi plusieurs ne correspond pas à l'approche IBE telle que décrite par Ketokivi & Mantere (2010 p.319).

²⁷⁰ Voir p.60 du manuscrit

Principe 1. Expliquer les événements

Ce principe découle de la stratification de la réalité dans la perspective du réalisme critique. Il indique qu'une étude de cas s'appuie sur les observations et expériences pour abstraire les événements, dans une approche d'analyse causale. L'abstraction peut prendre la forme d'une « agrégation d'actions de niveau inférieur pour mettre en évidence des facteurs de niveau supérieur, d'une réinterprétation pour présenter des éléments structurels ou des facteurs causaux, ou d'un recadrage à travers le prisme d'une théorie existante » (Wynn & Williams, 2012 p.797-798). La prise en compte de ce principe renvoie donc aux procédures d'inférence abductive. En conséquence, la présente étude s'appuie notamment sur la procédure de la rétrodiction en partant des pratiques que mettent en œuvre par les organisations manufacturières étudiées. L'analyse de ces pratiques permet de distinguer, par exemple, les changements de processus réalisés. Ces changements correspondent aux événements que mentionne le premier principe de Wynn & Williams (2012), des événements qui correspondent aussi aux phénomènes d'intérêt qu'examinent les travaux empiriques dans la perspective réaliste critique (Easton, 2010 p.120).

Principe 2. Expliquer le contexte

Wynn & Williams (2012 p.798) rappellent qu'une myriade d'entités et de facteurs contextuels peuvent causer et/ou influencer les événements examinés. Les entités et facteurs potentiels, et les interrelations entre eux, forment la structure de laquelle émergent les mécanismes dont l'orchestration produit ensuite les événements examinés. Selon la philosophie du réalisme critique, la réalité est un système ouvert (Wynn & Williams, 2012 p.792-793). Les mécanismes et les événements qu'elle produit dépendent donc également de facteurs environnementaux. Il est alors important d'avoir conscience de l'existence et de l'action causale de ces entités et facteurs, même s'ils ne sont pas toujours directement observables car faisant partie de la strate du *Réel*. Dans la présente étude, nous tenons compte de la potentielle action causale d'éléments de structure comme les schémas cognitifs des membres de l'organisation et du dialogue entre eux. Nous tenons aussi compte du rôle potentiel de facteurs environnementaux et des compléments externes. Ces éléments sont considérés lors de la collecte des données.

Principe 3. Effectuer la rétrodiction / rétrodiction

Pour ce troisième principe, Wynn & Williams (2012) recommandent d'inférer de manière abductive les mécanismes et les structures causaux en s'appuyant sur les procédures de rétrodiction / rétrodiction présentées plus haut dans l'introduction générale (voir p.57-60 du manuscrit). Ils ajoutent (p.800) que toutes les techniques analytiques recommandées dans la littérature pour coder et synthétiser les données qualitatives (ex. Eisenhardt, 1989 ; Glaser & Strauss, 1967 ; Miles & Huberman, 1994) peuvent être exploitées ici pour effectuer des inférences logiques identifiant et décrivant les causes des événements observés. Conformément à ces recommandations, l'étude mise en œuvre ici s'appuie notamment sur la rétrodiction comme procédure d'inférence. En termes de techniques d'analyse et de codage, l'étude s'inspire surtout du schéma (Figure 1.6 ; voir p.60 du manuscrit) de Tsang (2014) que prolonge l'approche de Gioia et al. (2013) dont une illustration est proposée dans l'analyse qualitative réalisée dans la deuxième partie de notre travail (voir p.220 du manuscrit). De manière simple, la démarche de Gioia et al. (2013 p.20-21) présente plusieurs niveaux d'inférence pour établir le lien entre les données collectées et les éléments théoriques mobilisés. À noter que Gioia et collègues (p.20-21) s'appuient sur Glaser & Strauss (1967) et Strauss & Corbin (1998) pour proposer leur démarche d'analyse et d'inférence.

Principe 4. Proposer la meilleure explication

Ce principe suggère de mettre en évidence des mécanismes adéquats, correspondant à la réalité. Les mécanismes mis en évidence doivent présenter une force causale suffisante concernant le phénomène observé et un meilleur pouvoir d'explication par rapport aux explications alternatives du phénomène d'intérêt (Wynn & Williams, 2012 p.801). Cela suppose la mise en évidence de plusieurs explications concurrentes qui seront confrontées aux observations et ensuite la plus satisfaisante sera sélectionnée. L'étude réalisée ici s'appuie toutefois sur une approche différente qu'expliquent Ketokivi & Mantere (2010 p.319) où le chercheur établit la meilleure explication en s'appuyant sur « des vertus pragmatiques comme l'intérêt, l'utilité, la simplicité, la conservation et non pas la correspondance en termes de vérité ou même d'adéquation empirique ». L'approche que présentent Ketokivi & Mantere (2010) est baptisée IBE (Inference to the Best Explanation). Elle place le chercheur en position de raisonneur actif capable d'établir la meilleure explication eu égard au matériau empirique. L'approche IBE est présentée plus haut dans le manuscrit (p.59-60). Toutefois, il faut noter que si les analyses causales proposées dans cette étude s'appuient sur l'approche IBE, elles reflètent néanmoins la réalité et le contexte empirique, en tenant compte du principe de la relativité épistémique que présentent plusieurs travaux (Horgan & Timmons, 2002 ; Mingers *et al.*, 2013) et rappelé précédemment (voir p.44-45 du manuscrit).

Principe 5. S'appuyer sur la triangulation et plusieurs sources de données

Ce cinquième et dernier principe « reflète l'importance d'inclure des approches multiples pour soutenir l'analyse causale basée sur une variété de types et de sources de données, de méthodes analytiques et de perspectives théoriques » (Wynn & Williams, 2012 p.803). En conséquence, l'étude mise en œuvre s'appuie sur plusieurs sources de données (interviews, données d'archives, données de presse).

Tableau 4.3 : Les cinq principes que présentent Wynn & Williams (2012) pour conduire une étude de cas réaliste critique

Comme souligné précédemment²⁷¹, l'approche IBE est celle sur laquelle nous nous appuyons dans cette recherche doctorale pour établir les inférences d'explication. Cette approche recommande simplement au chercheur d'adopter une démarche pragmatique lorsqu'il identifie les explications du phénomène d'intérêt étudié.

La pertinence des approches par études de cas soulignée, nous présentons ci-dessous les éléments empiriques de l'étude.

4.5.2 Sélection des cas et collecte de données

Dans cette section, nous présentons d'abord la démarche de sélection des cas. Ensuite, nous explicitons les sources de données utilisées et nous revenons très brièvement sur la démarche d'analyse des données.

4.5.2.1 Sélection des cas

Pour la mise en œuvre d'une étude de cas, deux approches sont souvent convoquées pour la sélection des cas en tenant compte de leur importance substantielle ou de leur pertinence théorique (Dubé & Paré, 2003). 1- L'approche unique, où les cas examinés sont souvent rares, voire uniques, ou alors il s'agit de cas particulièrement adaptés et révélateurs du phénomène d'intérêt (Benbasat *et al.*, 1987 p.373 ; Dubé & Paré, 2003 p.609). 2- L'approche multiple, où plusieurs cas potentiels sont pertinents pour investiguer le phénomène d'intérêt. Néanmoins, la sélection des cas doit correspondre d'un côté à une logique de réplique littérale (peu de contrastes sont attendus entre les cas), ou d'un autre côté à une logique de réplique théorique (des contrastes importants sont espérés entre les cas) (Benbasat *et al.*, 1987 p.373 ; Dubé & Paré, 2003 p.609). La présente étude mobilise l'approche multiple davantage adaptée aux analyses causales et explicatives s'appuyant sur la philosophie du réalisme critique (Benbasat *et al.*, 1987 p.372 ; Dubé & Paré, 2003 p.609). Cette approche permet par exemple

²⁷¹ Voir p.59-60 du manuscrit

d'identifier des demi-régularités pour inférer des événements et des mécanismes causaux. De même, notre étude s'appuie sur la logique de la réplique théorique pour la sélection des cas. L'objectif est de rechercher des contextes organisationnels et opérationnels contrastés, non identiques, proposant des pratiques variées concernant l'usage de l'IoT et les changements subséquents. Avec une telle approche, l'identification éventuelle de demi-régularités inter-cas permet de renforcer la validité et la généralisabilité des explications théoriques proposées. Eisenhardt (1987 p.537, 1991 p.620) note aussi que cette approche conduit à l'élaboration d'une théorie plus complète, la multiplicité de contextes permettant d'observer différents aspects complémentaires du phénomène d'intérêt. Benbasat *et al.* (1987 p.373) ajoutent que pour les phénomènes d'intérêt d'ordre organisationnel, la sélection des cas doit s'appuyer sur les caractéristiques des organisations, par exemple l'industrie, la taille, le statut public ou privé, la structure organisationnelle, etc. Dans notre étude, la sélection des cas s'appuie sur trois critères. 1- *La nature de l'organisation*, où la recherche empirique que nous mettons en œuvre se focalise exclusivement sur les organisations manufacturières en cohérence avec le phénomène d'intérêt investigué, à savoir la reconfiguration de la Stratégie Industrielle qu'entraîne l'IoT. La conception et la mise en œuvre de la Stratégie Industrielle ne concerne en effet que les organisations manufacturières. 2- *L'usage diversifié de l'IoT*, où notre étude considère une diversité de technologies en cohérence avec la recherche de contrastes dans les pratiques que mettent en œuvre les organisations. L'IoT recouvre plusieurs technologies comme rappelé plus haut²⁷². En conséquence, plusieurs technologies sont souvent utilisées de manière complémentaire par les organisations, pour des besoins variés. Se focaliser sur une ou plusieurs technologies, ou un type particulier de technologies correspondrait à une forme de réplique littérale alors que nous nous appuyons sur la logique de la réplique théorique. 3- *La routinisation de l'IoT*, où la présente étude s'intéresse à des contextes organisationnels

²⁷² Voir p.24-25 du manuscrit

où l'usage de l'IoT a débuté il y a plusieurs années. En se référant au continuum pré-adoption – assimilation²⁷³, la présente étude inclut surtout des organisations se situant davantage en phase avancée d'assimilation et pouvant attester de valeurs concrétisées résultant de l'usage de cette technologie à plusieurs niveaux.

En tenant compte des éléments mentionnés ci-dessus, nous avons sélectionné treize organisations manufacturières opérant en France, avec leur siège social ou au moins une filiale de production manufacturière installés sur le territoire français. Ces organisations opèrent principalement dans trois industries de production discontinue²⁷⁴, en l'occurrence le génie électrique et industriel, l'automobile, et l'aéronautique. Elles sont toutes des organisations à but lucratif de grande taille, avec pour chacune d'elles des chiffres d'affaires annuels s'élevant à plusieurs milliards d'euros à l'échelle mondiale, et des effectifs de plusieurs dizaines de milliers de salariés. Elles occupent différentes positions au sein de leurs industries, avec principalement une distinction entre les équipementiers d'un côté, et les constructeurs de l'autre. Enfin, certaines adressent exclusivement le marché B-to-B, quand d'autres desservent à la fois le marché des particuliers et le marché B-to-B.

Néanmoins, pour les besoins de notre recherche, l'étude conduite s'appuie uniquement sur huit organisations, en excluant donc cinq. Nous justifions ci-dessous ce choix.

Cas retenus. L'étude des pratiques que mettent en œuvre ces organisations manufacturières permet un examen étendu, approfondi, et contrasté des reconfigurations de la Stratégie Industrielle qu'entraîne l'IoT. Parmi les organisations concernées, quatre sont de l'industrie automobile (deux constructeurs, et deux équipementiers). Deux opèrent dans l'industrie aéronautique (un constructeur et un équipementier). Les deux dernières sont des équipementiers de l'industrie du génie électrique et industriel. Le Tableau 4.4 présente un

²⁷³ Voir p.30 du manuscrit

²⁷⁴ Discrete manufacturing (production identifiable ; ex. automobile, électroménager) à la différence de process manufacturing (production indifférenciée ; ex. énergie, pétrole et gaz)

aperçu des principales caractéristiques de ces huit organisations. Les noms des organisations ont été anonymisés eu égard à la confidentialité à laquelle nous sommes tenu vis-à-vis d'elles.

Cas	Industrie	Position dans l'industrie	Type de marché adressé
OM_1	Aéronautique	Constructeur	B-to-B
OM_2	Automobile	Équipementier	Particuliers & B-to-B
OM_3	Automobile	Constructeur	Particuliers & B-to-B
OM_4	Automobile	Constructeur	Particuliers & B-to-B
OM_5	Aéronautique	Équipementier	B-to-B
OM_6	Génie électrique et industriel	Équipementier	Particuliers & B-to-B
OM_7	Génie électrique et industriel	Équipementier	Particuliers & B-to-B
OM_8	Automobile	Équipementier	Particuliers & B-to-B

Tableau 4.4 : Les huit cas servant de base à l'analyse empirique de l'étude

Cas non retenus. Les cinq organisations concernées sont toutes des équipementiers opérant dans l'industrie automobile. Leur prise en compte conduirait à une forte surreprésentation de cette forme d'organisation manufacturière, avec pour conséquence une réduction du niveau de contraste du corpus empirique. De même, ces cinq organisations présentent une expérience plus faible de l'usage routinisé de l'IoT que les deux équipementiers automobiles pris en compte ci-dessus. Elles ont débuté l'usage de l'IoT quelques années après les deux autres équipementiers. Au total, ces cinq organisations manufacturières contribueraient peu à l'analyse proposée ici concernant des reconfigurations substantielles subséquentes à l'usage de l'IoT.

Ces précisions apportées, la suite de l'étude se focalise uniquement sur les huit organisations manufacturières retenues pour constituer la base empirique exploitée.

4.5.2.2 Les sources de données

Comme indiqué ci-dessus, plusieurs sources de données peuvent être mobilisées pour la mise en œuvre d'une étude de cas. Benbasat *et al.*, (1987 p.381) rappellent que leur description et l'explicitation de la manière dont elles contribuent aux résultats est un aspect important de la fiabilité et de la validité de l'étude. En prenant en compte ces recommandations, nous présentons les sources de données sur lesquelles s'appuie cette étude et nous précisons leurs contributions à l'analyse.

La présente recherche empirique combine quatre principales sources de données. 1- Les *articles de presse*. Les premières données sur les pratiques des organisations étudiées ont été collectées dans des articles de presse²⁷⁵. La consultation de la presse a permis d'identifier les organisations manufacturières étudiées, et de potentiels membres de ces organisations à contacter ensuite pour des interviews. Les articles de presse renseignent aussi comment les organisations utilisent l'IoT, pour quels besoins, les pratiques qu'elles mettent en œuvre, les reconfigurations et les changements qu'elles réalisent concernant leurs systèmes d'activités, les partenaires externes sur lesquels elles s'appuient, les améliorations de performance qu'elles déclarent enregistrer. Les données disponibles dans ces articles de presse fournissent donc des éléments pour analyser comment les organisations font évoluer leurs systèmes de production en routinisant l'IoT. 2- Les *interviews*. Les membres des organisations identifiés grâce aux articles de presse ont été contactés par mail pour solliciter des interviews. Souvent après une ou deux relances, plusieurs personnes nous ont répondu favorablement en acceptant nos demandes d'interviews. Nous avons enregistré plusieurs réponses négatives aussi. Et quelques autres nous ont renvoyé vers des collègues. Finalement, dix-neuf interviews²⁷⁶ ont pu être réalisées, souvent par téléphone, avec une durée moyenne d'environ 45 minutes. Une seule interview a pu être réalisée en face à face. Le Tableau 4.5 renseigne les interviews réalisées avec chacune des huit organisations manufacturières étudiées. Le téléphone fut le canal principal choisi par les répondants pour effectuer les interviews en raison de leur dispersion géographique (région parisienne, région lyonnaise, nord, sud-ouest, etc.) et de leur disponibilité. La majorité des interviews ont été conduites entre septembre et décembre 2018.

²⁷⁵ Nous avons exploité la presse généraliste (ex. Le Monde, Le Figaro), la presse économique (ex. Les Echos, The Economist), et la presse spécialisée sur l'industrie (ex. Usine Nouvelle, Mesures). Nous n'avons pas restreint la collecte des articles à une période précise. Il ressort néanmoins que les articles les plus anciens que nous avons consultés datent de 2012. Les plus récents ont pour leur part été publiés en 2021.

²⁷⁶ Toutes les interviews sont semi-directives. Le guide d'entretien est disponible en Annexe 4.1. Cette approche d'interview est choisie pour la présente étude parce qu'elle permet d'interroger les répondants sur des aspects précis tout en offrant la possibilité d'évoquer des aspects non anticipés mais apparaissant importants au cours de la discussion avec les interviewés. De même, ces derniers ont la possibilité de s'exprimer de manière étendue sur les différents aspects sur lesquels ils sont interrogés.

Seules deux interviews ont été réalisées en dehors de cette période. La première, effectuée en octobre 2019, a néanmoins été prise en compte en raison de la rareté du cas, tant par la nature de l'industrie que par la position (constructeur aéronautique²⁷⁷) de l'organisation dans l'industrie. La deuxième, menée en décembre 2019, est la seule interview interrogeant un membre en première ligne, en l'occurrence un opérateur à l'assemblage. Toutes nos précédentes tentatives²⁷⁸ pour interroger ce type de parties prenantes internes ont été infructueuses. Toutes les autres interviews interrogent des décideurs et des managers. En conséquence, nous avons aussi pris en compte cette interview.

Interviews				Articles de presse	Vidéos online	
Cas	Nbre	Durée cumulée	Répondants	Nbre	Nbre	Durée cumulée
OM_1	1	47 min	Responsable digital operation industry 4.0 (France)	44	3	29 min 27
OM_2	4	3h 45 min	Chief Data Officer (France) Responsable industrie 4.0 (une usine en France)	35	2	17 min 55
OM_3	4	2h 40 min	Vice présidente innovation & management qualité (Global) Responsable industrie 4.0 (une usine en France) Directeur de la performance des usines (France)	61	10	36 min 40
OM_4	3	2h 10 min	Directeur industrie 4.0 (Global) Directeur d'une usine (France) Opérateur à l'assemblage (une usine en France)	14	5	83 min 27
OM_5	2	1h 30 min	Directeur RH (France) Responsable de l'innovation assemblage (France)	64	6	46 min 20
OM_6	2	2h	Directrice du développement de la formation (Global) Vice-président automatisation industrielle (Global)	35	5	18 min 22
OM_7	2	2h	Directeur business unit industrie 4.0 (France) Directeur régional des ventes - Spécialiste des ventes digitales (France)	27	1	6 min 11
OM_8	1	1h 20min	Responsable projet de développement processus industriel (une usine en France)	4	0	0
Total	19	16 h 12 min		283	32	3h 58 min

Tableau 4.5 : Les sources de données sur lesquelles s'appuie l'étude

²⁷⁷ La procédure de contact avec cette organisation fut identique à celle utilisée avec les autres : même période d'envoi des premiers mails, plusieurs membres (trois) de l'organisation sollicités pour des interviews. Après deux relances (espacées de plusieurs semaines), nous n'avons obtenu aucune réponse. En poursuivant nos recherches dans la presse, nous avons identifié deux nouveaux membres de cette organisation que nous avons contactés. Après une relance, l'un des deux nous a répondu en nous renvoyant vers une collègue que nous avons contactée aussitôt. Relancée une fois, elle nous a répondu en septembre 2019 en nous proposant un rdv téléphonique en octobre 2019. À la fin de l'interview, elle nous a recommandé un autre collègue que nous avons contacté et relancé trois fois sans réponse.

²⁷⁸ Dans les articles de presse et dans les vidéos, nous avons identifié plusieurs opérateurs et responsables d'ateliers que nous avons contactés par mail sans obtenir de réponse. Dans une approche similaire à Østerlie & Monteiro (2020 p.5), nous avons aussi contacté par mail des représentants du personnel et des syndicats (UNSA, CGT, FO, etc.) de plusieurs usines en France appartenant aux organisations étudiées, sans obtenir de réponse. Au cours des interviews avec les managers et décideurs, nous avons aussi sollicité la possibilité d'interviewer des opérateurs. Aucune acceptation n'a été obtenue. L'insuffisance d'interviews de membres en première ligne est néanmoins partiellement compensée par leurs prises de parole dans les vidéos et les articles de presse que nous avons consultés.

Toutes les interviews sont enregistrées et intégralement transcrites²⁷⁹. L'exploitation des données d'interviews permet de recouper, de détailler, de prolonger, de compléter certaines informations que fournissent les articles de presse. Plusieurs autres aspects discutés avec les répondants permettent aussi d'étendre la connaissance des pratiques que mettent en œuvre les organisations. 3- Les *vidéos*. En plus des articles de presse et des interviews, plusieurs vidéos online sont exploitées. Certaines de ces vidéos sont produites par les organisations manufacturières elles-mêmes. Plusieurs autres sont produites par des médias. N'ayant pu visiter les usines des organisations manufacturières étudiées, ces vidéos nous ont permis de visualiser les procédés industriels opérés. Les explications descriptives proposées par les membres des organisations dans ces vidéos nous ont souvent permis de mettre davantage en contexte l'usage de l'IoT, comment il s'intègre aux divers processus²⁸⁰. Parfois, des informations nouvelles sont données, complétant ainsi les données collectées grâce aux articles de presse et aux interviews effectuées. 4- Les *autres documents*. Sont inclus dans cette catégorie les documents de présentation commerciale édités par les organisations étudiées, leurs rapports d'activités (l'IoT et/ou l'industrie 4.0 y est souvent formellement évoqué pour plusieurs d'entre elles depuis au moins 2015), des communiqués et des dossiers de presse, des documents conçus par des associations professionnelles comme le CIGREF²⁸¹, le World Economic Forum, l'Alliance Industrie du Futur. Ces documents²⁸² proposent souvent des informations générales et peu ciblées. Cependant, ils sont parfois utiles pour compléter

²⁷⁹ La transcription des interviews correspond à 81057 mots, soit 87 pages, en Times News Roman, taille 10, interligne simple, zéro point en espacement avant et après. Il ne nous est cependant pas possible de la rendre disponible en annexe. Les explications que nous fournissent les interviewés contiennent de nombreuses indications pouvant permettre d'identifier avec plus ou moins de précision les organisations étudiées. En conséquence, rendre la transcription disponible en l'état violerait notre engagement de confidentialité envers les organisations et les interviewés. Une anonymisation complète du contenu des interviews a été envisagée. Mais cette option a été abandonnée en raison de la difficulté à la mettre en œuvre sans laisser filtrer des indications. Au demeurant, elle rendrait incompréhensible la lecture de la transcription.

²⁸⁰ Il convient de noter ici que des interviewés nous ont parfois renvoyé vers ces vidéos ou des articles de presse en répondant à nos questions. Cela souligne la richesse et l'importance de ces sources de données pour examiner le phénomène d'intérêt.

²⁸¹ Club Informatique des Grandes Entreprises Françaises

²⁸² Dans cette catégorie, nous avons collecté un total de 76 documents. Leur liste est fournie en Annexe 4.2

certaines données que fournissent les interviews et les articles de presse. Les rôles des quatre sources de données sont synthétisés sur la Figure 4.3.

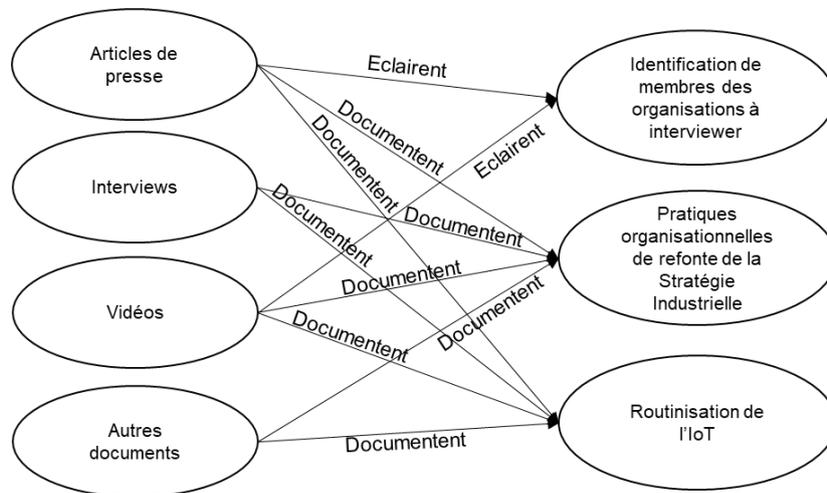


Figure 4.3 : Les rôles des sources de données dans la démarche d'étude de cas mise en œuvre

Au-delà des organisations mêmes, nous avons aussi collecté des données concernant des parties prenantes externes pouvant accompagner les organisations manufacturières dans leurs investissements IoT. Ces parties prenantes externes sont souvent des administrations publiques et des collectivités territoriales. Les données sur ce type d'acteurs faisant partie du contexte structurel ont été obtenues exclusivement grâce à des articles de presse²⁸³.

4.5.2.3 Analyse des données

Pour les études de cas à visée causale et explicative, l'explicitation de la procédure d'analyse des données est un aspect important dont il faut tenir compte (Dubé & Paré, 2003 p.618). Globalement, le but de cette procédure est d'établir les liens entre les données et le matériel cognitif exploité²⁸⁴ (Yin, 2018). Pour l'étude réalisée dans cette partie du manuscrit, l'analyse des données collectées s'appuie sur la procédure d'inférence rétrodictive²⁸⁵. En conséquence, nous nous référons aux approches causales mentionnées plus haut, notamment celles de Sayer

²⁸³ Nous avons collecté dans cette catégorie 4 articles de presse.

²⁸⁴ Il s'agit ici du cadre théorique développé dans les sections précédentes

²⁸⁵ Nous nous appuyons parfois aussi sur la rétroduction lorsque le matériel cognitif ne permet pas d'effectuer une inférence satisfaisante, c'est-à-dire d'établir une explication théorique satisfaisante fondée sur les éléments théoriques mobilisés.

(2000)²⁸⁶ et de Tsang (2014)²⁸⁷ que prolonge l'approche d'inférence à plusieurs niveaux de Gioia *et al.* (2013). Ces éléments sont rappelés dans le principe 3 que proposent Wynn & Williams (2012) et présenté dans Tableau 4.3 de la page 306. Suivant une telle procédure, les données collectées correspondent à des observations de la strate de l'*Empirique*. À partir de ces observations, il est possible d'inférer des événements de la strate de l'*Actuel*, qui correspondent, dans une certaine mesure, ou non, aux éléments théoriques développés précédemment concernant les reconfigurations de la Stratégie Industrielle. L'annexe 4.3 présente des illustrations de la manière dont nous passons des verbatims aux éléments d'analyse théorique concernant la strate de l'*Actuel* en nous appuyant sur la procédure d'inférence rétrodictive mentionnée ci-dessus. Cela renvoie, d'une certaine manière, à l'approche du pattern-matching que présentent certains académiques (Dubé & Paré, 2003 ; Yin, 2018). Ces académiques soulignent que l'obtention du pattern-matching entre les inférences abductives effectuées à partir des données collectées et le matériel cognitif utilisé renforce la validité interne de l'étude. Les données collectées peuvent aussi permettre d'inférer certains éléments du contexte d'émergence²⁸⁸, par exemple les ressources complémentaires externes. L'annexe 4.4 présente des illustrations de la manière dont nous passons des verbatims aux éléments d'analyse théorique concernant le contexte d'émergence et la strate du *Réel*. Les inférences réalisées permettent ensuite d'établir le lien de causalité entre le contexte d'où émerge le mécanisme et les événements se reflétant à travers les données. Il convient de noter ici que toutes les analyses ont été effectuées manuellement²⁸⁹,

²⁸⁶ Voir p.305 du manuscrit

²⁸⁷ Voir p.60 du manuscrit

²⁸⁸ Il convient de souligner qu'une partie du contexte d'émergence des mécanismes à l'œuvre peut être observée comme le précise la littérature (Easton, 2010 p.123 ; Wynn & Williams, 2012 p.794) et rappelé précédemment (voir p.56, précisément la note de bas de page n°56).

²⁸⁹ De l'analyse manuelle résulte un total de 278 thèmes servant de premier niveau pour le processus d'inférence à plusieurs niveaux mis en œuvre. Un thème résume un verbatim en présentant l'élément central à retenir concernant un verbatim.

sans l'appui d'un quelconque logiciel d'analyse. Cela correspond bien à l'aspect transitif de la production de connaissance dans la perspective du réalisme critique.

Les démarches de sélection des cas, de collecte et d'analyse des données explicitées, nous discutons ensuite des aspects de validité et de fiabilité permettant d'évaluer la rigueur de la mise en œuvre de la démarche empirique.

4.5.3 Validité et fiabilité

La littérature (Gibbert & Ruigrok, 2010 ; Gibbert *et al.*, 2008 ; Yin, 2018) présente souvent quatre paramètres pour évaluer la rigueur et la qualité de la mise en œuvre des études de cas : 1- la validité du construit, 2- la validité interne, 3- la validité externe, 4- la fiabilité. Bien que de tradition positiviste (Gibbert & Ruigrok, 2010), ces paramètres peuvent aussi permettre de guider la mise en œuvre rigoureuse d'une étude de cas réaliste critique. Yin (2018) souligne en effet que les quatre paramètres doivent être pris en compte pour les études de cas à visée causale et explicative comme c'est le cas pour les études de cas réalistes critiques. De même, Tsang (2014 p.179-181) défend l'idée de la généralisation empirique et de la généralisation théorique pour les études de cas réalistes critiques, des aspects que prend en compte le paramètre de rigueur concernant la validité externe (Gibbert *et al.*, 2008 ; Gibbert & Ruigrok, 2010 ; Yin, 2018). Dans cette section, nous présentons donc chacun des quatre paramètres de rigueur en soulignant la manière dont notre étude les prend en compte.

4.5.3.1 Validité du construit

Elle reflète la mesure dans laquelle la démarche empirique mise en œuvre permet réellement d'examiner le phénomène d'intérêt (Gibbert & Ruigrok, 2010 ; Gibbert *et al.*, 2008). Autrement dit, la procédure d'étude de cas réaliste critique déployée conduit-elle à un examen précis de la réalité, considérée comme intransitive ? Comme le suggèrent Gibbert *et al.* (2008 p.1466), satisfaire à ce paramètre de rigueur implique de s'appuyer sur une démarche de

collecte de données adaptée. De manière convergente avec les recommandations de Yin²⁹⁰, ces académiques (Gibbert *et al.*, 2008 ; Gibbert & Ruigrok, 2010) présentent deux principales approches pour satisfaire à la validité du construit. 1- La *triangulation des sources de données*, où la procédure mise en œuvre doit permettre de croiser plusieurs sources de données pour examiner le phénomène d'intérêt. Eisenhardt (1989 p.541) ajoute de manière cohérente que l'accumulation de preuves provenant de plusieurs sources renforce la définition et la théorisation concernant le construit étudié. Leonard-Barton (1990 p.253) souligne pour sa part que la validité du construit s'obtient en validant sa stabilité à travers l'analyse de plusieurs situations, l'analyse de plusieurs cas. La démarche d'étude de cas mise en œuvre ici s'appuie sur ces recommandations de la littérature en combinant quatre sources de données complémentaires permettant d'étendre et de renforcer (par la triangulation) la connaissance des pratiques des organisations manufacturières concernant la Stratégie Industrielle, un construit multidimensionnel. Comme explicité précédemment, notre conceptualisation de ce construit inclut trois capacités manufacturières (qualité, fiabilité, flexibilité) et trois domaines de choix (processus, schéma organisationnel, membres de l'organisation). La présente étude examine comment ce construit est (re)formulé, reconfiguré dans des contextes d'organisations manufacturières qui routinisent l'IoT. 2- L'établissement d'une *chaîne claire de preuves*, où le chercheur explicite la procédure de collecte des données, explique le rôle de chaque source de données et présente en les justifiant les aménagements entre la procédure de collecte planifiée et la procédure réellement réalisée. Cela implique de décrire les conditions de collecte, d'accès aux données, les difficultés rencontrées, la procédure de sélection des interviewés (Gibbert & Ruigrok, 2010 p.713). Pour notre étude, ces éléments sont présentés ci-dessus (p.307-316) où nous expliquons la démarche conduisant à considérer huit organisations, l'identification et le processus pour contacter les interviewés, la période de

²⁹⁰ Ils font référence à Yin (1994), *Case Study Research: Design and Methods*, Sage, London qui reprend les mêmes recommandations dans la sixième édition (2018) de son ouvrage.

réalisation des interviews et la raison pour laquelle nous incluons un cas dont l'interview a été réalisée en dehors de la principale période des interviews, les difficultés rencontrées pour réaliser des interviews de membres en première ligne. Notre démarche d'étude de cas s'appuie donc sur les deux approches que mentionne la littérature et permet de satisfaire le critère de la validité du construit.

4.5.3.2 Validité interne

Aussi appelé validité logique, le paramètre de la validité interne concerne principalement les études de cas à visée causale et explicative où la recherche empirique tente d'expliquer comment et pourquoi le mécanisme x conduit à l'événement y (Yin, 2018)²⁹¹. Ce paramètre est donc central pour les études de cas réalistes critiques. La validité interne découle des inférences effectuées pour expliquer une réalité qui n'est pas observable directement (Yin, 2018). Elle renvoie au design de la recherche et à la procédure d'analyse des données (Gibbert *et al.*, 2008 ; Yin, 2018). En explicitant très clairement les relations causales sur lesquelles s'appuie l'étude (Gibbert & Ruigrok, 2010 ; Gibbert *et al.*, 2008), en explicitant de manière précise la procédure d'inférence mise en œuvre, le problème spécifique de la validité interne commence à être résolu (Yin, 2018). La question est en effet « de savoir si le chercheur fournit un argument causal plausible, un raisonnement logique suffisamment puissant et convaincant pour défendre les conclusions de la recherche » (Gibbert *et al.*, 2008 p.1468).

Pour satisfaire au critère de la validité interne, trois principales stratégies sont considérées

²⁹¹ Yin (2018), dont l'approche est reconnue comme positiviste (voir Dubé & Paré, 2003 ; Gibbert *et al.*, 2008), ajoute ici que le chercheur doit aussi considérer l'éventualité d'un mécanisme z pouvant conduire à la matérialisation de l'événement y et montrer que cela n'est pas vraisemblable. Sans la prise en compte et ensuite le rejet de ces autres causes éventuelles, il peut y avoir un problème de validité interne de la procédure mise en œuvre. En revanche, la perspective du réalisme critique admet la relativité conceptuelle (Horgan & Timmons, 2002) de la réalité, et une approche plurielle de la vérité (Mingers & Standing, 2020). Cette perspective assume qu'il peut y avoir plusieurs représentations vraies, et non mutuellement exclusives de la même réalité (Fumerton, 2013). Cette tolérance de l'existence de plusieurs explications concurrentes de la réalité ou du phénomène d'intérêt découle de la transitivité de la production de la connaissance sur ce qu'est la réalité. D'où l'approche IBE (Ketokivi & Mantere, 2010) où le chercheur établit de manière pragmatique ce qu'il considère comme la meilleure explication. En résumé, dans la perspective du réalisme critique considérée ici, le non-examen explicite d'explications concurrentes ne peut être source de non-validité interne de la procédure d'étude de cas mise en œuvre.

(Gibbert & Ruigrok, 2010 p.714). 1- Un *cadre théorique clair*, démontrant que le mécanisme x conduit à l'événement y . De manière pratique, il faut que ce cadre théorique s'appuie sur le matériel cognitif existant (la littérature actuelle) et décrive la relation causale. Notre étude remplit cette exigence en développant un cadre théorique qui s'appuie sur des littératures existantes pour présenter la routinisation de l'IoT comme un mécanisme dont l'orchestration entraîne des reconfigurations de la Stratégie Industrielle pour améliorer la performance opérationnelle. Ce faisant, ce cadre théorique établit une relation causale entre la routinisation de la technologie et la réalisation des reconfigurations de la Stratégie Industrielle, et par suite des améliorations de la performance opérationnelle. 2- Le *pattern-matching*, dont nous avons discuté ci-avant au niveau de l'analyse des données. 3- La *triangulation théorique*, où l'étude doit s'appuyer sur plusieurs approches théoriques pour examiner le phénomène d'intérêt. Dans notre étude, nous n'appelons pas des cadres théoriques concurrents pour analyser le phénomène d'intérêt, une démarche qui se situe d'ailleurs en dehors des approches classiques mises en œuvre pour les études empiriques en management. En revanche, nous nous appuyons sur trois théories complémentaires examinant la réalisation de la valeur par les organisations : les Capacités Dynamiques, la Stratégie Industrielle, et le PFI. Elles proposent des analyses dont la prise en compte conjointe permet d'examiner de manière étendue le phénomène d'intérêt. Les Capacités Dynamiques expliquent l'impact transformationnel (reconfiguration) du mécanisme causal (l'usage de l'IoT). Cette perspective théorique présente aussi la cognition et le dialogue comme des éléments contribuant au développement d'une capacité dynamique. Le PFI analyse l'importance des compléments externes qui sont des éléments qui participent à former le contexte causal duquel émerge le mécanisme. La théorie de la Stratégie Industrielle présente les événements qu'entraîne l'orchestration du mécanisme. La prise en compte de l'ensemble de ces éléments nous permet de ne pas nous

éloigner de l'exigence de la validité interne dans la démarche d'étude de cas que nous mettons en œuvre dans cette partie.

4.5.3.3 Validité externe

Encore appelée généralisabilité, elle correspond à l'aptitude de l'étude mise en œuvre à rendre compte du phénomène d'intérêt dans le contexte examiné, mais aussi au-delà de ces contextes (Gibbert & Ruigrok, 2010 p.714). Autrement dit, les analyses proposées sont-elles généralisables au-delà des organisations étudiées ? (Yin, 2018). La prise en compte du paramètre de la généralisabilité concerne deux dimensions pouvant être considérées séparément : 1- la généralisation empirique et 2- la généralisation théorique (Tsang, 2014 p.179). La première ne précède pas obligatoirement la seconde, et cette dernière n'est pas forcément considérée à la suite de la première (Tsang, 2014 p.179). Nous présentons chacune d'elles ci-dessous.

Généralisation empirique. Elle « consiste à déterminer si les résultats d'une étude de cas sont typiques de la population dont les cas sont tirés ou d'une autre population. ... L'objectif principal de la généralisation empirique est d'établir s'il existe ou non une sorte de régularité empirique dans la population à laquelle le chercheur s'intéresse plutôt que de fournir une explication de cette régularité » (Tsang, 2014 p.179). L'intérêt de la généralisabilité empirique est donc de savoir si les analyses résultant de l'étude mise en œuvre peuvent être étendues aux organisations similaires à celles qui sont examinées par l'étude. Eisenhardt (1989 p.537) estime que la sélection de plusieurs organisations (par ex. deux) au sein de chaque catégorie d'une population qui en compte plusieurs est un bon moyen pour accéder à la généralisabilité. Tsang (2014 p.179) note aussi que même un cas unique et « représentatif peut fournir des informations utiles concernant certaines caractéristiques de la population à laquelle le cas appartient ». En tenant compte de ces éléments, la démarche mise en œuvre ici permet de ne pas trop s'éloigner du critère de la généralisabilité empirique. Elle s'appuie en effet sur huit

grandes organisations manufacturières opérant dans des industries de production discontinue. Elle inclut plusieurs catégories (industries) de la production discontinue, et plusieurs autres sous-catégories (B-to-B vs particuliers & B-to-B, constructeurs vs équipementiers). Le processus de sélection limite autant que possible des niveaux de surreprésentation trop élevés de certaines catégories par rapport aux autres. Ce qui nous a conduit à restreindre le nombre de cas pris en compte. De même, nous incluons un cas pouvant être considéré comme rare pour renforcer la diversité des catégories prises en compte. En conséquence, les analyses résultant de l'étude peuvent, dans une certaine mesure, être étendues aux grandes organisations manufacturières de production discontinue, la population à laquelle appartiennent les cas étudiés.

Généralisation théorique. Elle correspond « à la généralisation des résultats d'une étude de cas à la théorie, qui, dans la perspective du réalisme critique, consiste en des structures et des mécanismes postulés qui fonctionnent dans le domaine réel. Contrairement à la généralisation empirique, les chercheurs font des généralisations théoriques en développant des explications des relations entre les variables observées dans leurs études de cas ... L'idée est que le ou les mécanismes générateurs ou les mécanismes qui ont causé les événements observables dans un cas seront également à l'origine de résultats similaires dans d'autres contextes ... » Tsang (2014 p.180). Certains académiques (Gibbert & Ruigrok, 2010 ; Gibbert *et al.*, 2008 ; Yin, 2018) utilisent le terme de généralisation analytique pour désigner la généralisation théorique. Trois principales approches sont indiquées pour satisfaire au paramètre de la généralisation théorique. 1- La *question de recherche*, où Yin (2018) souligne que des questions de type comment ? et pourquoi ? conduisent davantage à la généralisation théorique. Ce type de question implique le développement d'analyses causales et explicatives, l'établissement de relations entre des concepts, ce qui constitue l'un des éléments de la théorisation. La présente étude examine une question de recherche de ce type en cherchant à expliquer comment

l'usage de l'IoT conduit à la matérialisation des reconfigurations de la Stratégie Industrielle. À cet effet, le guide d'entretien en Annexe 4.1 propose plusieurs questions de type pourquoi ? et comment ?, des questions permettant de recueillir des données causales et explicatives. 2- *La procédure de sélection et le nombre de cas*, où la littérature (Eisenhardt, 1989, 1991) rappelle que l'étude d'organisations proposant des contextes contrastés renforce la théorisation. Les académiques (Eisenhardt, 1989 p.545 ; Gibbert & Ruigrok, 2010 p.714 ; Gibbert *et al.*, 2008 p.1468) soulignent aussi que le nombre de cas pris en compte dans l'étude peut faciliter, ou non, la généralisation théorique. « Bien qu'il n'existe pas de nombre idéal de cas, un nombre compris entre 4 et 10 cas fonctionne généralement bien. Avec moins de 4 cas, il est souvent difficile de générer une théorie très complexe, et son fondement empirique risque d'être peu convaincant, à moins que le cas ne comporte plusieurs mini-cas ... Avec plus de 10 cas, il devient rapidement difficile de faire face à la complexité et au volume des données » (Eisenhardt, 1989 p.545). Le nombre et la diversité de contextes organisationnels sur lesquels s'appuie la démarche empirique mise en œuvre ici sont alors adaptés. 3- *L'inférence abductive*, où les analyses causales et explicatives, encore appelées « explications mécanismiques » (Tsang, 2014 p.180-181), proposées s'appuient sur une procédure d'inférence établissant des liens entre les données collectées et la théorie. Cette étude, comme mentionné plus haut, s'appuie sur une procédure rétrodictive reliant les données collectées au cadre théorique développé précédemment.

En tenant compte des trois approches que présente la littérature, la recherche empirique mise en œuvre satisfait le critère de la généralisabilité théorique. Les conclusions de l'étude, par exemple les propositions théoriques qui en découlent, viennent compléter les éléments théoriques présentés plus haut. Elles peuvent éclairer des contextes organisationnels au-delà des grandes organisations manufacturières de production discontinue. On retiendra qu'en prenant en considération les paramètres présentés concernant la généralisation empirique et la

généralisation théorique, notre démarche d'étude de cas ne s'éloigne pas trop des exigences de validité externe.

4.5.3.4 La fiabilité

Le but de la prise en compte de ce dernier paramètre de rigueur est de réduire les erreurs et les biais dans la mise en œuvre de la démarche d'étude de cas (Yin, 2018). En d'autres termes, tout chercheur convoquant la même démarche, c'est-à-dire en respectant le même enchaînement détaillé des étapes du canevas général de l'étude, doit arriver aux mêmes résultats et conclusions (Gibbert & Ruigrok, 2010 ; Gibbert *et al.*, 2008 ; Yin, 2018). En conséquence, les académiques (Gibbert & Ruigrok, 2010 ; Gibbert *et al.*, 2008 ; Yin, 2018) recommandent la transparence et la répliquabilité de la démarche mise en œuvre. Des caractéristiques qu'ils estiment pouvant être respectées en rendant la plus explicite possible la démarche d'étude de cas. Ils recommandent à cet effet deux approches. 1- La fourniture du *protocole de l'étude de cas*, où sont présentées toutes les étapes de l'étude réalisée. Yin (2018) explique que le protocole contient quatre principaux éléments que sont l'aperçu général de l'étude (objectifs, sujets dont traite de l'étude, littérature pertinente concernant ces sujets), la procédure de collecte des données, le guide d'interview, les principaux éléments attendus dans le rapport d'étude. Nous suivons la recommandation de Yin (2018) pour présenter en Annexe 4.5 le protocole de la démarche empirique déployée. Notre étude satisfait donc ce premier critère. 2- La fourniture d'une *base de données* de l'étude, où sont rassemblées les données collectées et exploitées dans le cadre de la recherche empirique. Ci-dessus, nous avons présenté de manière explicite les quatre sources de données exploitées. En revanche, nous ne pouvons rendre disponibles ces données qui contiennent des informations permettant d'identifier les organisations étudiées. Notre accord de confidentialité avec ces organisations nous empêche de rendre disponibles les données pour le lecteur, surtout la transcription des interviews. En dépit de cela, et en tenant compte du fait que notre démarche

satisfait la première approche recommandée par la littérature, nous estimons qu'elle ne s'éloigne pas trop de l'exigence de la fiabilité²⁹².

Dans cette section 4.5.3, nous présentons les quatre principaux paramètres que mentionne la littérature pour une mise en œuvre rigoureuse d'une démarche d'étude de cas. La recherche empirique conduite dans cette partie répond aux principales exigences de ces paramètres. Dans la section suivante, nous présentons les résultats de l'étude.

4.6 Résultats

Cette étude examine les reconfigurations et les changements de la Stratégie Industrielle qu'entraîne l'usage de l'IoT. Elle explicite la causalité de la matérialisation de ces reconfigurations et changements. Ses résultats permettent donc de documenter la question de recherche présentée plus haut dans cette partie. Dans un premier temps, nous présentons les reconfigurations et les changements de la Stratégie Industrielle que réalisent les organisations manufacturières en routinisant l'IoT. Ensuite, le contexte d'émergence de l'usage de la technologie est présenté. Dans un troisième temps, ces deux aspects sont rapprochés pour établir la structure causale du phénomène d'intérêt. Enfin, les impacts sur le coût et la performance opérationnelle sont présentés.

4.6.1 Les reconfigurations et les changements de la Stratégie Industrielle

Pour souligner les reconfigurations et les changements qu'elles réalisent en routinisant l'IoT, les organisations étudiées utilisent des termes comme « avant », « auparavant », « par le passé », etc. suivis, dans leurs explications, de termes comme « aujourd'hui », « maintenant », « actuellement », etc. L'usage conjoint de ces deux familles de termes permet aux interviewés de présenter la situation de départ (avant l'introduction de l'IoT) et la situation actuelle

²⁹² Il est utile de rappeler ici que dans la perspective du réalisme critique qui postule relativité conceptuelle, approche plurielle de la vérité, transativité de l'étude de la réalité, l'accès au protocole de l'étude et à l'ensemble des données de l'étude ne garantit pas d'aboutir à des résultats et à des conclusions identiques. La fiabilité résulte donc surtout et simplement d'un niveau satisfaisant de transparence de la démarche d'étude et de sa répliquabilité en termes de collecte des données.

qu'entraîne la technologie. Pour rappel, l'IoT dans cette étude correspond au système ou au concept global présenté au début du manuscrit²⁹³. L'une des organisations manufacturières étudiées en propose une illustration dans l'extrait ci-dessous.

Derrière l'IoT, on trouve les objets connectés, le Big Data et de plus en plus de services digitaux avec intelligence artificielle, analyses de données et applications (*PDG d'OM_6, extrait d'un article de presse*)

Pour revenir à la Stratégie Industrielle, les reconfigurations et les changements que réalisent les organisations étudiées concernent à la fois trois capacités opérationnelles manufacturières (qualité, fiabilité, flexibilité) et trois domaines de choix (processus, schéma organisationnel, membres de l'organisation). Au-delà, les données suggèrent aussi de réintégrer le coût comme une capacité opérationnelle manufacturière, tout en le maintenant en parallèle comme un aspect de la performance opérationnelle découlant des reconfigurations réalisées. Les données enseignent aussi de prendre en compte une nouvelle capacité opérationnelle manufacturière, la cybersécurité. Ces différents éléments sont détaillés dans la suite. Néanmoins, on peut noter en guise d'aperçu général que la fiabilité est la capacité manufacturière où les organisations étudiées réalisent le plus de reconfigurations et de changements. 134 thèmes²⁹⁴ parmi les 278 ressortant des données collectées concernent cette capacité opérationnelle manufacturière. L'automatisation, la visibilité (surveillance, localisation et suivi), et la maintenance sont particulièrement considérées au niveau de cette capacité opérationnelle. La qualité (27 thèmes) et la flexibilité (18 thèmes), les deux autres capacités manufacturières considérées, présentent des ordres de grandeur largement inférieurs. Dans la suite, nous présentons les reconfigurations et les changements que matérialisent les organisations au niveau de chaque capacité manufacturière.

²⁹³ Voir p.14-15 du manuscrit

²⁹⁴ Les thèmes correspondent aux idées centrales ressortant des verbatims. Cette désignation est inspirée de Gioia *et al.* (2013 p.20-21)

4.6.1.1 Les reconfigurations et les changements concernant la qualité

L'usage de l'IoT entraîne pour les organisations manufacturières étudiées la matérialisation de plusieurs reconfigurations et changements concernant la capacité opérationnelle de la qualité. Ces changements s'observent au niveau du contrôle de la conformité des processus comme au niveau du contrôle de la conformité des produits. Pour la conformité des processus, plusieurs organisations (ex. OM_1, OM_2, OM_3, OM_4, OM_5, OM_6) changent leurs pratiques pour s'appuyer sur une approche nouvelle de surveillance dynamique de la conformité des processus. Par exemple, l'usage de visseuses connectées permet à OM_3 et OM_5 de matérialiser la vérification en temps réel de la conformité des couples de serrage, notamment pour l'assemblage de moteurs. Les données de serrage, collectées en temps réel et sauvegardées, permettent aussi de documenter la traçabilité des moteurs au cours de leurs cycles de vie, comme l'illustre le verbatim ci-dessous :

... on a énormément de liaisons avec contrôle. Et donc d'un point de vue qualité, pour capturer qu'on a la bonne maîtrise des couples qu'on applique et qu'on a la bonne traçabilité de ces couples, on a lancé un projet de déploiement d'outils électroniques et connectés qui permettent... de fournir un certain nombre d'indicateurs à l'opérateur. ... Quand on peut, on utilise une visseuse (connectée). ... c'est le meilleur moyen de mettre sous contrôle l'application du couple, vu que c'est la visseuse même qui applique le couple. Quand on ne peut pas... on l'applique avec une clé. Et là ... ces clés ... par un suivi de barographe, par des indicateurs visuels, vibrations de la clé, clignotements, émissions de bruit... fournissent à l'opérateur les données comme quoi il a bien fait son couple. Et donc il peut arrêter de serrer. Et toutes ces données sont enregistrées et sont conservées ... à des fins de traçabilité. ... Comme tous les serrages du moteur dans notre industrie (*Responsable innovation assemblage OM_5, extrait d'une interview réalisée par nous*).

La même approche est mise en œuvre par OM_2 pour une de ses usines réalisant de l'assemblage en petites séries de produits de haute technicité. Pour effectuer la vérification en temps réel de la conformité des processus, cette organisation a déployé sur les postes d'assemblage des capteurs communiquant par ultrason pour signaler à l'opérateur toute erreur d'assemblage. Dans une approche distincte, OM_5 utilise la réalité augmentée pour effectuer des vérifications séquentielles de la conformité des processus exécutés. Ici, l'infrastructure ne transmet pas de données process. Les opérateurs s'aident plutôt de la réalité augmentée pour s'assurer de manière séquentielle que les processus qu'ils exécutent sont conformes aux

standards définis. La concrétisation de ces reconfigurations de la vérification de la conformité des processus se traduit au niveau organisationnel par un design plus plat où les personnes qui étaient chargées du contrôle des processus en sont désormais déchargées, parfois pour prendre d'autres missions au sein de l'organisation, comme le rapporte OM_6 ci-dessous :

... il y a des choses que les gens faisaient avant de façon manuelle qui sont maintenant automatiques. Avant il y avait des actions de reporting... quand il y avait de la non-qualité, c'était un chef d'équipe qui allait renseigner des informations de non-qualité dans un PC. Maintenant, tout ça... va être capté directement. Donc il ne va plus avoir les mêmes choses à faire. ... on va lui demander d'autres choses (*Directrice du développement de la formation OM_6, extrait d'une interview réalisée par nous*).

Dans le prolongement de la décharge des personnes qui s'occupaient par le passé du contrôle des processus, les organisations (ex. OM_1) suppriment des postes, réduisent la taille des équipes. Dans le même temps, elles (ex. OM_6) s'appuient sur un dialogue productif et des mécanismes RH (formation) pour renforcer l'adhésion et les compétences de leurs membres.

Pour la conformité des produits, plusieurs organisations (ex. OM_2, OM_3, OM_5) reconfigurent aussi leur méthode pour déployer une approche automatisée (exploitant la vision industrielle) de la vérification de la conformité des produits. L'extrait suivant en donne une illustration :

... Ce petit robot autonome, doté d'un bras pivotant télescopique et d'une « tête » truffée de caméras, se livre à une curieuse séance de shooting autour d'un moteur d'avion suspendu. Il contrôle l'assemblage du réacteur et vérifie qu'il est conforme à son modèle numérique avec lequel il est connecté en temps réel. Posté à ses côtés, Pierre-Jacques²⁹⁵, responsable du déploiement..., a lancé la mission depuis une tablette tactile (*OM_5, extrait d'un article de presse*).

Dans le même temps, certaines opérations de vérification de la conformité des produits sont dorénavant effectuées avec l'assistance de la réalité augmentée. Comme pour la vérification des processus, les personnes chargées du contrôle qualité des produits peuvent se faire aider de la réalité augmentée pour mieux effectuer cette tâche, réduire les erreurs dans le contrôle qualité. La reconfiguration de ce processus qu'opère OM_7 en est une illustration.

... il y a l'utilisation de la réalité augmentée pour le contrôle des cartes électroniques. Cette opération était effectuée à l'aide d'un microscope, mais certains opérateurs souffraient de mal aux yeux et au dos. L'application de réalité augmentée déporte l'image perçue par le microscope sur un écran, afin que l'opérateur reste dans une position confortable. Et pour réduire le risque d'erreurs, des informations

²⁹⁵ Le prénom a été changé pour respecter la confidentialité

supplémentaires s'affichent sur l'écran et mettent en évidence les composants à vérifier (OM_7, extrait d'un article de presse)

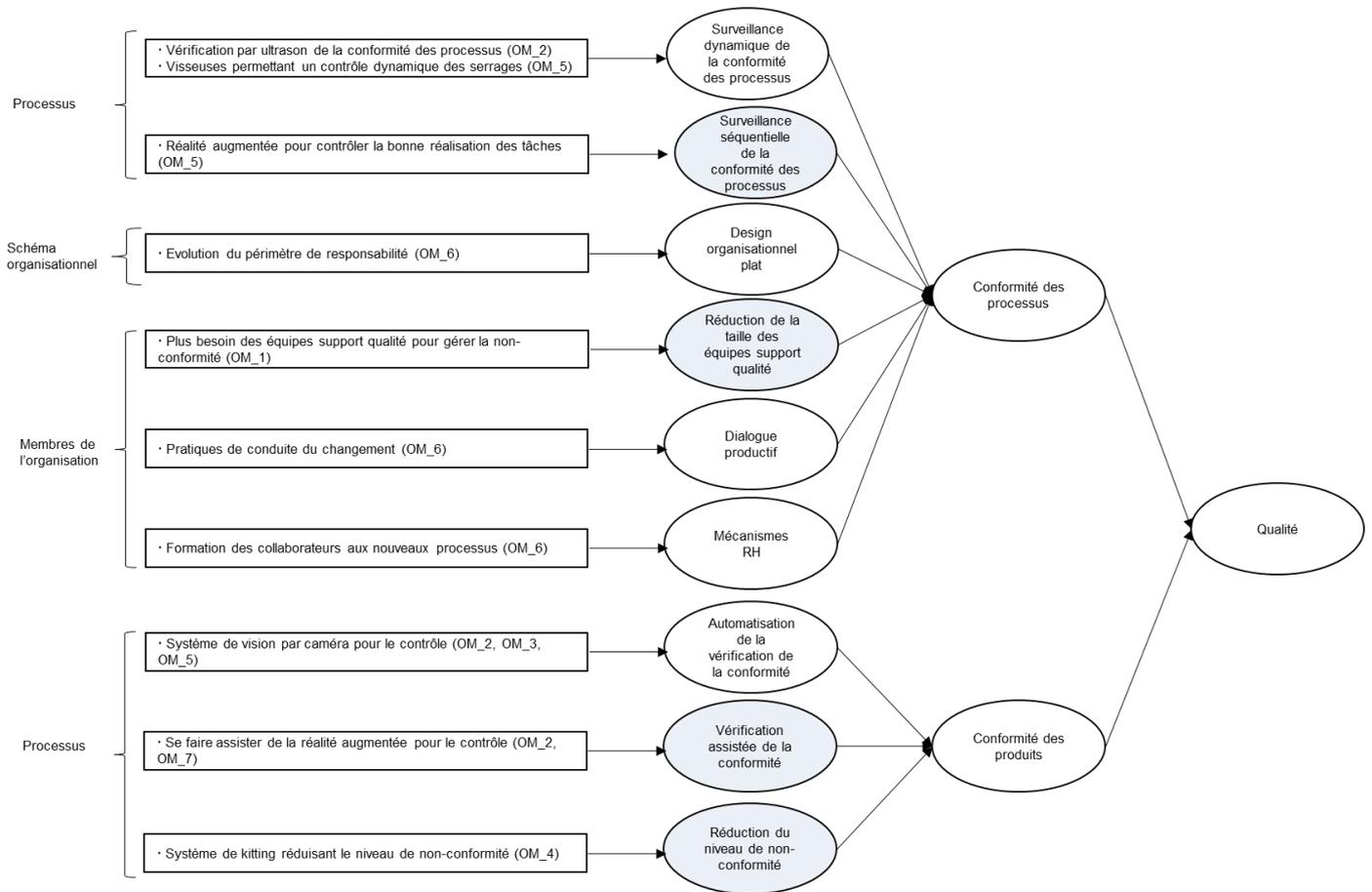


Figure 4.4 : Les reconfigurations et changements réalisés concernant la qualité

La Figure 4.4 synthétise les résultats concernant les reconfigurations mises en œuvre pour la capacité manufacturière de la qualité. Sur la figure, les cellules grisées correspondent à des éléments d'analyse que nous n'avons pas pris en compte dans la théorisation effectuée précédemment dans cette partie. Ils émanent des données et permettent de compléter nos précédents développements théoriques. Les autres cellules reflètent des reconfigurations précédemment discutées dans le cadre théorique. Il est aussi à noter que pour la conformité des produits, l'analyse ne permet pas de faire ressortir des éléments concernant un réajustement du design organisationnel ou des membres de l'organisation.

4.6.1.2 Les reconfigurations et les changements concernant la fiabilité

Pour la fiabilité, les changements que matérialisent les organisations étudiées concernent les deux dimensions mentionnées précédemment, c'est-à-dire livrer dans les délais d'une part, et célérité de la livraison d'autre part. Compte tenu de la densité des éléments concernant la fiabilité, nous présentons chaque dimension séparément.

Livrer dans les délais

Pour tenir les délais sur lesquels elles se sont engagées auprès de leurs clients, les organisations manufacturières réalisent plusieurs reconfigurations et changements de processus, comme l'amélioration de la visibilité des stocks de matières, l'amélioration de l'ergonomie au bénéfice des membres en première ligne (les opérateurs), l'automatisation, l'optimisation de l'exploitation des équipements, la surveillance dynamique des équipements et des processus. Pour reconfigurer la visibilité des stocks de matière, OM_4 déploie par exemple dans ses entrepôts de stockage des drones embarquant un système de vision industrielle pour dénombrer les références en stock, comme l'explique un opérateur ci-dessous :

On n'a plus besoin de monter dans des nacelles pour faire des inventaires dans les paletiers, qui peuvent monter à 15 ou 20 mètres. On utilise ce drone et en quelques heures, on fait des centaines et des centaines d'inventaires (*Opérateur logistique OM_4, extrait d'un article de presse*).

Une telle approche, qui correspond aussi à une forme d'automatisation des inventaires, réduit le risque d'erreurs de dénombrement des références, le risque d'accident (par ex. chute), et la durée habituelle de l'exécution de ces processus. En termes d'automatisation justement, l'usage de l'IoT permet aux organisations d'en matérialiser plusieurs formes. Par exemple, des organisations (ex. OM_2, OM_3, OM_4, OM_5, OM_6) s'appuient sur une automatisation cognitive (ex. de l'usage d'un drone et de la vision industrielle pour dénombrer) qui réduit à la fois le risque d'erreurs humaines dans l'exécution des processus et le risques d'accidents, comme l'illustre l'extrait ci-dessous :

Une ligne ancienne, c'était on met toute la diversité des pièces au poste de travail. C'était ça la base. ... Plus la diversité augmentait, plus il fallait des longueurs de bord de ligne importantes. ... Imaginez, vous montez un turbo, et on vous dit la première année, il n'y a qu'un seul type de turbo. Puis (finalement) on fait des variantes, on arrive à 4. Et donc l'opérateur, à chaque fois qu'il devait prendre un turbo il devait faire des pas supplémentaires pour aller chercher un turbo différent. Alors évidemment les variantes les plus consommées on les met au plus près, les moins consommées on les met plus loin. ... on voit toute suite que l'opérateur travaille en étoile, qu'il fait des pas supplémentaires pour aller chercher des pièces. C'était donc une perte de temps et en plus après il y a le risque d'erreur... Plus vous avez de diversités, plus vous avez des risques d'erreur de monter la mauvaise pièce. Et pour contrecarrer cela vous mettez des systèmes anti-erreur sur la ligne. Donc vous rajoutez des coûts... pour contrôler qu'on a monté la bonne pièce. ... Dans le nouveau monde... c'est le système informatique qui sait ce qu'on doit monter, on imprime une liste. Et un opérateur suit un AGV et il sélectionne les pièces selon une indication. Il y a une lumière verte qui s'allume qui dit que vous devez prendre le turbo variante 2. On le met dans un panier. Et vous faites ça sur l'ensemble des pièces prévues. Et ce panier de courses transporté par l'AGV est réintroduit dans la ligne de production. ... là vous avez un moteur suivi d'un panier. Et donc l'opérateur n'a plus de question à se poser sur le type de pièce qu'il doit prendre puisqu'il a la bonne pièce dans son panier juste à côté de lui. Et donc il va prendre la pièce et monter la bonne... Après il y a aussi les conséquences sur les lignes puisque ça aère beaucoup les lignes. Et ça change aussi nos processus de fabrication (*Responsable industrie 4.0 pour un ensemble d'usines OM_3, extrait d'une interview réalisée par nous*)

Selon ce verbatim, la routinisation de l'IoT permet à l'organisation de reconfigurer le processus de collecte des pièces à monter en s'appuyant sur l'automatisation cognitive. Alors que par le passé l'opérateur chargé de la collecte devait rechercher par lui-même les pièces dans l'entrepôt pour former le kit à monter, il est maintenant guidé par l'infrastructure IoT qui identifie pour lui les pièces. Sa charge cognitive pour l'exécution de ce processus est dorénavant moins élevée, ce qui entraîne moins d'erreurs. La réalisation de ce changement du processus de collecte des pièces entraîne ensuite deux changements importants du processus de montage : 1- la suppression des stocks de pièces en bord de ligne qui s'accompagne de la suppression de l'approche en étoile de la prise de pièces pour le montage ; 2- la réduction de la charge cognitive pour l'opérateur au montage. L'usage de l'IoT entraîne aussi une automatisation mécanique des processus dans certaines organisations (ex. OM_1, OM_4, OM_5, OM_6, OM_8). La réalisation d'une telle forme d'automatisation conduit ensuite à la réduction de la pénibilité de certaines tâches et du risque d'erreurs humaines dans l'exécution des processus. Cette forme d'automatisation est souvent mise en place au niveau des processus logistiques au sein des usines avec des AGV pour déplacer les matières au sein de l'usine. Elle s'observe aussi sur les lignes de fabrication où des robots connectés (système de détection, de vision industrielle, etc.) exécutent certaines tâches.

... sur l'usine on utilise beaucoup de robots qui aident à gagner du temps et à améliorer la qualité. ... Pour monter un pare-brise, avant ça se faisait à deux ou trois personnes. Maintenant, c'est une seule personne avec un robot qui vient poser le pare-brise sur le véhicule. ... il y a un gain de qualité et de temps ... (*Opérateur assemblage OM_4, extrait d'une interview réalisée par nous*).

Si les différentes formes d'automatisation pratiquées pour concrétiser les changements de processus conduisent à des réductions d'erreurs, de la pénibilité, des accidents, etc., elles peuvent néanmoins aussi être source de ralentissement, ou parfois de blocage des processus, comme l'illustre un opérateur dans l'extrait ci-dessous :

... quand c'était les caristes, on avait toutes les pièces à disposition derrière nous, derrière notre poste de travail. Tandis que maintenant avec ces fameux AGV, le seul souci c'est que... admettons que si on loupe le montage de telle ou telle pièce ... on doit faire appel à un intervenant ... pour faire une retouche. ... une personne du kitting peut (aussi) se tromper de pièce et mettre... le côté droit à la place du côté gauche... forcément nous on ne peut pas le monter et donc là nous on doit faire appel à un intervenant qui fera la retouche ... plus loin sur la chaîne parce qu'ils ne nous mettent qu'une pièce dans le kit. Tandis qu'avant, quand on voyait que ce n'était pas la bonne pièce ... on se retournait et on prenait la pièce qu'il fallait et on pouvait la monter immédiatement. ... Il y a (donc) du pour et il y a du contre. Il y a du bien et il y a des inconvénients. (*Opérateur assemblage OM_4, extrait d'une interview réalisée par nous*).

Outre la visibilité des stocks de matières et l'automatisation, les organisations manufacturières étudiées pratiquent désormais aussi une surveillance continue de leurs processus (ex. OM_1, OM_2, OM_4, OM_5, OM_6, OM_7, OM_8) pour détecter les signaux (même faibles) d'une éventuelle dérive de l'exécution des processus. Une telle approche améliore la réactivité pour effectuer les corrections et les réparations appropriées pour maintenir les processus dans la trajectoire définie et les équipements à un niveau élevé de disponibilité, comme illustré dans l'extrait ci-dessous :

... Aujourd'hui, je suis un opérateur de machine qui supervise six machines, qui sont toutes affichées sur ma tablette. Notre système de suivi des performances détecte les écarts de temps de cycle de quelques millisecondes seulement, ce qui nous permet de réagir rapidement. Et les recommandations du système d'assistance à l'opérateur pour la gestion des erreurs sont d'une aide précieuse. Je connais assez bien mes machines, mais même moi, j'ai parfois besoin de l'aide du système lorsque quelque chose ne va pas (*Opérateur OM_2, extrait du rapport d'activités 2015*).

En dépit du déploiement de ces nouvelles approches de surveillance des processus et des équipements, une interruption non planifiée peut survenir. Le cas échéant, des organisations (ex. OM_1, OM_7) ont mis en place des procédures de maintenance curative tirant bénéfice de l'IoT pour identifier, diagnostiquer précisément les causes de l'interruption pour les traiter de manière efficace. Certaines organisations, comme OM_6, tirent aussi bénéfice de l'IoT

pour optimiser l'exploitation de leurs équipements de production, identifier la bonne manière de piloter les lignes de fabrication, pour éviter les interruptions. Le verbatim suivant en propose une illustration :

La machine est complètement automatisée mais on a des blocages, des pièces qui se mettent de travers, ... des carters qui s'ouvrent de façon impromptue, ... une perte d'alimentation à un endroit, une baisse de la pression de l'air, etc. ... il y a tout un tas de possibilités pour que le système se retrouve bloqué dans le cas d'une machine complètement automatisée. ... donc on a mis en place un système de tracking qui s'appelle un MES (manufacturing execution system) qui vient collecter la donnée. ... à chaque fois que la machine est arrêtée, on remonte l'information ... Et tout ça est stocké dans un... data lake. ... Et on a des logiciels qui analysent... et qui derrière vont faire des recommandations pour éviter ce blocage. En fonction du type de série, en fonction du moment dans la journée, etc. ... dire à l'opérateur, voilà la façon dont il faut conduire la machine pour que ces blocages n'arrivent plus (*Vice-président automatisation industrielle OM_6, extrait d'une interview réalisée par nous*).



Figure 4.5.a : Les reconfigurations et les changements concernant la dimension livrer dans les délais (fiabilité)

La matérialisation de ces reconfigurations de processus entraîne aussi des changements au niveau organisationnel comme synthétisé sur la Figure 4.5.a. Par exemple, plusieurs organisations (ex. OM_4, OM_5, OM_8) s'appuient davantage sur l'expertise de leurs

membres en première ligne, qui acquièrent dorénavant l'aptitude à prendre des décisions opérationnelles fondées à la fois sur la rationalité et sur des heuristiques (ex. OM_5, OM_8) comme l'illustrent les deux extraits suivants :

... l'opérateur déchargé des tâches manuelles pénibles, doit aujourd'hui acquérir des connaissances élargies pour être en mesure d'appréhender un système plus global, aux connexions multiples. Son rôle revient désormais à interpréter les données et prendre les décisions... (*Responsable division production pour une usine OM_8, extrait d'un article de presse*).

À terme, des millions de données seront collectées. Elles seront hébergées en local ou dans le cloud, selon l'immédiateté des besoins. Alors que certaines d'entre elles s'intégreront à un processus préétabli, d'autres nécessiteront une interprétation humaine. ... L'opérateur devra désormais comprendre toute l'architecture afin de savoir, en cas de panne, si cela vient du réseau, du Manufacturing execution system (MES), ou d'encore plus haut... À lui de prendre les décisions et d'actionner le bon levier... (*Responsable développement de process d'une usine OM_8, extrait d'un article de presse*).

Les reconfigurations de processus qui découlent de l'usage de l'IoT entraînent aussi de nouvelles intégrations entre les équipes de différentes unités fonctionnelles, un ajustement mutuel entre les membres de différents départements de l'organisation (ex. OM_2, OM_5, OM_6). Un participant à nos interviews l'explique ci-dessous :

... c'est ce que je disais tout à l'heure, le silo breaker. ... ça oblige à penser processus ... trans-organisations. Typiquement ... c'est comment j'interconnecte un dossier de définition avec un dossier de fabrication, un dossier de maintenabilité autour d'une même machine et d'un même équipement. Donc ça veut dire que des gens de la production doivent parler encore plus fortement aux gens des bureaux d'études, encore plus fortement aux gens du support derrière pour être dans une chaîne intégrée de l'information. (*Directeur RH OM_5, extrait d'une interview réalisée par nous*).

Nous pouvons aussi noter pour plusieurs organisations (ex. OM_1, OM_2, OM_3, OM_4), un renforcement de l'encadrement qui découle de la réalisation des changements de processus mentionnés ci-dessus. L'un de nos interviewés l'illustre dans l'extrait suivant :

On a 4 niveaux de management. On a le chef d'équipe, le chef d'atelier, le chef de département et le directeur. Et les 4 niveaux sont équipés de tablettes et de smartphones. Et donc il n'y a plus aucun papier qui circule. C'est-à-dire qu'aujourd'hui même les managers de niveau 1 sont sur le terrain avec leurs tablettes et sont capables de faire une observation de poste de travail puisqu'ils ont tous les documents avec eux, sont capables de répondre à une question, ils ont leurs mails, etc. Et donc ils ne sont plus dans les bureaux. (*Directeur d'usine OM_4, extrait d'une interview réalisée par nous*).

Pour les membres de l'organisation, notamment en premières lignes (opérateurs et managers intermédiaires), la réalisation des reconfigurations de processus pour respecter les délais de livraison se répercute en termes d'évolution des niveaux de compétences exigées (ex. OM_2, OM_6, OM_8). Cela peut se refléter à travers la création de nouveaux postes ayant de nouveaux intitulés comme l'indique un répondant ci-dessous :

... la performance qui est gagnée grâce à ces AGV... ça crée une activité nouvelle, supplémentaire, parce qu'on est performant. Et donc ça crée qu'on propose des postes de conducteurs d'installations, des postes de techniciens gestion de production, etc. (*Directeur d'usine OM_4, extrait d'une interview réalisée par nous*)

Pour sa part, OM_5 explique que de tels changements requièrent aussi l'intégration de nouveaux métiers (ex. spécialistes IoT, data scientists, spécialistes cybersécurité, etc.) dans l'environnement manufacturier.

Célérité de la livraison

Pour pouvoir s'engager sur des délais de livraison plus courts, les organisations effectuent des reconfigurations de processus qui visent essentiellement l'extension de la disponibilité des équipements de production, l'amélioration de la maintenance curative des équipements, et plus globalement l'amélioration des processus manufacturiers. Pour l'extension de la disponibilité des équipements, plusieurs organisations (ex. OM_2, OM_4, OM_6) déploient la maintenance conditionnelle. Suivant cette approche opérationnelle, les données que permet de collecter l'infrastructure IoT entraînent l'anticipation des pannes et la planification des opérations de maintenance de manière pertinente, comme l'illustre l'extrait ci-dessous :

... le temps d'arrêt pour changer une pièce défectueuse, c'est du temps perdu pour la production... D'où l'idée d'une maintenance prédictive, avec des capteurs qui détectent la moindre surchauffe des broches utilisées. Une société extérieure récupère les données, les analyse et, au bout du compte, est capable de prédire que telle ou telle broche va connaître un problème dans un laps de temps précis. À nous alors d'anticiper, de changer la broche récalcitrante. Pour un investissement de 6 000 euros, l'économie est de l'ordre de 20 000 euros sur l'année (*Responsable d'atelier OM_6, extrait d'un article de presse*).

La socialisation des artefacts joue un rôle important ici. L'aptitude des équipements à interagir de manière simple et compréhensible avec les membres de l'organisation, surtout les opérateurs, contribue à l'efficacité de la maintenance conditionnelle, et donc de l'extension de la disponibilité des équipements. Un répondant en propose une illustration dans le verbatim suivant :

Avant on était sur des (semblants) d'IHM ... des interfaces hommes machine. Ce n'était pas (vraiment) de l'interface homme machine... On avait l'automatisme qui envoyait sur un écran accroché à la machine une information en disant attention je suis à l'arrêt (blocage) 3410. Puis après il fallait que l'opérateur recherche 3410, ce que ça voulait dire exactement. ... (Avec) le digital, ... la machine ne dit pas je suis à l'arrêt 3410, elle dit plutôt pour que je redémarre il faut que tu me changes le roulement, il faut que tu me changes la résistance, etc. Et est-ce que tu veux que je te la commande ? Est-ce que tu

veux que je prévoie l'arrêt à tel jour à telle heure parce que je sais qu'à telle heure de tel jour je n'aurai pas de pièce à fabriquer parce que mon client (par ex. une autre machine) est déjà fourni. Donc on change complètement l'interface. C'est-à-dire qu'on est sur des interfaces hyper... faciles, hyper lisibles par rapport à l'interface où avant on avait besoin d'automaticien, d'électrotechnicien, de spécialiste pour comprendre le problème et la maladie de la machine (*Directeur d'usine OM_4, extrait d'une interview réalisée par nous*).

Néanmoins, déployer l'approche de l'anticipation des pannes ne prémunit pas complètement l'organisation contre la survenance de ces dernières. Le cas échéant, l'usage de l'IoT ouvre la possibilité de mettre en place des procédures différentes de maintenance curative. De telles procédures incluent un diagnostic plus précis, une vérification de la disponibilité des pièces de rechange, l'appui à distance des équipes support chargées de la maintenance, etc. Le verbatim ci-dessous en propose une illustration :

Les gens sont équipés de smartphones en atelier et donc font leur demande d'intervention en scannant le QR Code de la machine. Chaque machine est équipée d'un QR Code. Et donc ça présélectionne sur leur application toutes les informations qui concernent cette machine, les pièces de rechange dont a besoin cette machine, la documentation dont a besoin cette machine... Ils peuvent aussi vérifier la présence de pièces de rechange sur leur application. Est-ce que ... la pièce de rechange... est disponible ou pas. Et ils peuvent par le biais de cette application demander le support de la maintenance. Et la maintenance recevra une notification sur son smartphone... et peut répondre en live grâce à son smartphone ou sa tablette ou son PC portable sur la prise en charge de l'intervention et peut renseigner... toutes les étapes de l'intervention (*Responsable industrie 4.0 au sein d'une usine OM_2, extrait d'une interview réalisée par nous*).

Pour aboutir à des délais plus courts, les organisations manufacturières effectuent parfois aussi une refonte complète de leurs processus de fabrication qui changent à cet effet de configuration. Par exemple, OM_5 est passée de stations fixes où les opérateurs travaillaient tous autour du produit assemblé à une moving line où les produits assemblés circulent de station en station portés par des AGV. Comme OM_2, les organisations identifient aussi des étapes de processus ou de tâches à automatiser ou à supprimer pour réduire le temps de cycle.

Les changements présentés pour aboutir à des délais de livraison plus courts entraînent aussi des changements organisationnels comme synthétisé sur la Figure 4.5.b. Les organisations s'appuient davantage sur l'expertise et sur l'autonomie des membres en première ligne, leur aptitude à prendre des décisions en combinant rationalité et heuristique (ex. OM_1, OM_2, OM_3, OM_5, OM_6). Ces aspects ont aussi été mentionnés pour la première dimension de la fiabilité. Au-delà de ces impacts, les changements de processus effectués entraînent pour

OM_5 et OM_8 une refonte des prérogatives de plusieurs unités et départements, en l'occurrence les départements R&D et TI²⁹⁶. Ces deux organisations indiquent avoir fait évoluer leurs départements TI pour prendre en compte les besoins en termes d'infrastructure et d'expertise internes pour un usage routinisé de l'IoT. OM_5 fait également évoluer son département R&D pour prendre aussi en compte le besoin d'innovations de processus. Les deux extraits suivants illustrent ces évolutions organisationnelles :

Nous avons réorienté la R&D sur les process de production alors qu'elle était traditionnellement centrée sur les produits. L'enjeu principal est de capter la donnée, de la fiabiliser, de la centraliser et de l'utiliser ... (Directeur industriel et achat OM_5, extrait d'un article de presse).

Notre réseau, avant tout bureautique, ne peut supporter la transition numérique. Il nous faut recréer une architecture afin de passer à l'informatique industrielle et collecter les données qui nous permettront de monitorer le site... (Coordonnateur IT d'une usine OM_8, extrait d'un article de presse).



Figure 4.5.b : Les reconfigurations et les changements concernant la dimension célérité de la livraison (fiabilité)

²⁹⁶ Le département TI est la DSI (direction des services informatiques)

Concernant les membres de l'organisation, les changements de processus effectués entraînent une évolution des niveaux de compétences et de polyvalence requis pour les membres en première ligne et les équipes support (ex. OM_2, OM_3, OM_5, OM_6, OM_8). Le verbatim ci-dessous en donne une illustration :

... on les appelait des conducteurs de machines avant. On les appelle maintenant des opérateurs techniciens de lignes de production. C'est-à-dire qu'on est monté d'un cran. L'opérateur maintenant il a des informations nouvelles à disposition. Il a des systèmes digitaux à disposition ... Ils sont passés de conducteurs de machines à techniciens de production. Donc on a fait évoluer le métier de ces conducteurs qui étaient jusqu'à maintenant dévolus à conduire la machine, à débloquer la pièce, alimenter les trémies quand il fallait, et faire en sorte que tout se déroule normalement sur la machine. Aujourd'hui, tout ça, c'est presque du passé. Evidemment il y a encore quelques blocages parfois. Mais ce n'est plus du tout la majeure partie de leurs journées. La majeure partie de leurs journées, c'est de faire en sorte de remonter les points critiques, d'analyser... d'avoir accès à l'analyse du TRG (taux de rendement global) de leurs machines et de faire en sorte de remonter la bonne information aux différents acteurs de l'usine pour régler définitivement les problèmes... Nos conducteurs de machines étaient plutôt de niveau Bac pro. Ils sont aujourd'hui de niveau Bac+2. Niveau BTS ... c'est surtout le profil qu'on recherche pour nos différents techniciens de production maintenant. Et on leur met à disposition des nouveaux systèmes (*Vice-président automatisation industrielle OM_6, extrait d'une interview réalisée par nous*).

4.6.1.3 Les reconfigurations et les changements concernant la flexibilité

Les observations que nous avons pu faire concernant les pratiques des organisations étudiées n'éclairent pas suffisamment bien les reconfigurations et les changements matérialisés pour la capacité manufacturière de la flexibilité. Par exemple, le nombre de thèmes (18) ressortant des données collectées pour documenter de tels changements est bien moins élevé que pour les deux précédentes capacités manufacturières (qualité, fiabilité). Ce rappel effectué, nous présentons les résultats concernant cette troisième capacité manufacturière sur laquelle se fonde la Stratégie Industrielle. En tenant compte de nos données, nous pouvons d'abord souligner que les reconfigurations et les changements concernant la flexibilité adressent ses deux dimensions, à savoir le changement de produit, et le changement de volume. Nous pouvons aussi noter que parmi les trois capacités manufacturières présentées plus haut, la flexibilité est celle qui distingue le plus les industries auxquelles appartiennent les organisations étudiées. En effet, si les systèmes de production de l'industrie automobile,

notamment des constructeurs, doivent prendre en compte un niveau très élevé de diversité²⁹⁷, c'est moins le cas pour l'industrie aéronautique. Dans cette industrie, le constructeur aéronautique (OM_1 dans notre étude) dédie souvent une ligne de production ou d'assemblage à la fabrication d'une famille unique de produits. Chaque famille de produits inclut souvent peu de variantes, même s'il peut y avoir un niveau élevé de personnalisation sur des aspects comme la cabine de l'avion. Autrement dit, la notion de changement de produit s'applique peu aux usines des constructeurs aéronautiques, dont les lignes d'assemblage peuvent fabriquer un type unique d'avion pendant plusieurs décennies. Il en est de même pour l'équipementier aéronautique (OM_5) inclus à la présente étude. Fabricant de moteurs d'avion, ses familles de produits présentent très peu de variantes (ex. seulement trois pour son moteur d'avion le plus commercialisé). Les lignes de montage de cette organisation sont donc très peu concernées par les changements de produit. Le même type de moteur peut être fabriqué pendant plusieurs décennies. Si les changements de produit concernent peu OM_1 et OM_5, il en est presque autant pour les changements de volume, l'industrie aéronautique étant peu volatile, comme l'explique le verbatim suivant :

... on n'a pas... comme dans les industries un peu volatiles... de réductions de cadence qui sont décidées du jour au lendemain. ... On n'est pas sur une industrie aussi volatile... Bien sûr qu'on adapte notre système productif. Mais il est planifié, donc il est anticipé. On le réduit dans certains cas... comme (la fin d'un programme). Après on le fait évoluer, on l'adapte pour monter en cadence. ... Mais il n'évolue pas d'un mois sur l'autre. Il évolue dans une durée plus... tranquille... On est sur des livraisons qui sont planifiées nous à l'année, même plus qu'à l'année. Donc on n'a pas de créneau disponible. On a des montées en cadence qui sont gérées d'année en année, voire d'un mois sur l'autre, mais... on n'est pas capable d'avoir un système productif qui va produire 25% d'avions de plus en 2 mois par exemple. ... Il ne faut pas nous comparer à l'industrie automobile... Même si on doit évoluer là-dessus, même si effectivement on est monté en cadence... on n'est pas capable de rendre notre système productif plus robuste et de monter en cadence de manière continue (*Responsable digital operation ndustry 4.0 OM_1, extrait d'une interview réalisée par nous*)

Autrement dit, ces deux organisations mettent souvent plusieurs mois, parfois plus d'une année, pour réaliser un changement de volume à la hausse. Il faut noter qu'elles ont à date des niveaux de commandes très élevés pour leurs produits, des niveaux de commandes couvrant

²⁹⁷ L'industrie du génie électrique et industriel (OM_6 et OM_7) gèrent aussi de la diversité, mais dans une perspective différente que les constructeurs de l'industrie automobile. Ces organisations peuvent fabriquer plusieurs références sur leurs lignes, mais incluent des niveaux de personnalisation bien moindres. Il en est de même pour les équipementiers automobiles (OM_2, OM_8) étudiés.

plusieurs années de production (plus d'une décennie pour l'une et l'autre). Et elles continuent d'enregistrer de nouvelles commandes chaque année. Les niveaux de commandes très élevés combinés à l'impossibilité de changements rapides des volumes de production à la hausse entraînent souvent des retards de livraison, surtout pour OM_1. En conséquence, l'usage de l'IoT dans ces deux organisations vise entre autres la réduction des durées de fabrication globale par unité de produit, et donc la progression de la cadence de production annuelle.

Pour revenir aux observations concernant les reconfigurations et changements de processus effectués pour la flexibilité, deux principaux changements sont réalisés au niveau de la dimension changement de produit. Plusieurs organisations (ex. OM_3, OM_4, OM_8) mettent en place 1- un système de fabrication modulaire, et 2- une démarche d'amélioration des processus. Par exemple, l'usage de l'IoT permet aux deux constructeurs automobiles (OM_3, OM_4) de réaliser des systèmes modulaires pour absorber le niveau élevé de diversité et de personnalisation qu'exigent leurs clients. Les lignes de montage sont souvent conçues pour accueillir plusieurs silhouettes ou types de voiture. De même, le système du kitting²⁹⁸ qui remplace l'ancienne approche du stockage des pièces en bord de ligne permet de gérer plus facilement les changements de produits à fabriquer, comme l'illustre l'extrait ci-dessous :

... on va approvisionner les kits en fonction des moteurs, des voitures qu'on va avoir à fabriquer dans la journée. Et la personne qui est au kitting ... va choisir (les pièces) en fonction des moteurs ou voitures qui passent en chaîne. Donc il y a un moteur de type A, puis un moteur de type B, puis un moteur de type C, puis un moteur de type A à nouveau. Et donc on va remplir les kits en fonction de l'enchaînement des moteurs qui arrivent (*Directeur d'usine OM_4, extrait d'une interview réalisée par nous*).

Pour flexibiliser davantage le changement de produit, les organisations effectuent aussi une refonte de leurs processus, parfois par une reconception de la structure et de la configuration de la ligne. Par exemple, OM_3 utilise la réalité virtuelle et la réalité augmentée pour changer la configuration d'une ligne de fabrication pour aboutir à une nouvelle structure facilitant le changement de produit. OM_8 procède aussi à une reconfiguration d'une ligne de fabrication

²⁹⁸ Le système du kitting est un système d'approvisionnement des lignes de montage piloté par un automate connecté aux étagères où sont stockées les pièces (Affogbolo, 2020 p.131).

ligne. OM_5 supprime par exemple le travail de nuit dans une usine, les processus exécutés la nuit étant désormais entièrement automatisés.

Après les reconfigurations et les changements concernant les trois capacités manufacturières présentées dans le cadre théorique, nous analysons ensuite les pratiques des organisations pour deux autres capacités manufacturières, à savoir le coût et la cybersécurité.

4.6.1.4 Les reconfigurations et les changements concernant le coût

En routinisant l’IoT, plusieurs organisations manufacturières effectuent des reconfigurations et des changements visant précisément la réduction des coûts. Dans cette configuration, la réduction des coûts ne découle pas des changements concrétisés au niveau de la qualité, de la fiabilité et de la flexibilité. Le coût y est plutôt considéré comme une capacité manufacturière présentant deux dimensions (voir Figure 4.7) : les coûts directs de production, et les coûts indirects.

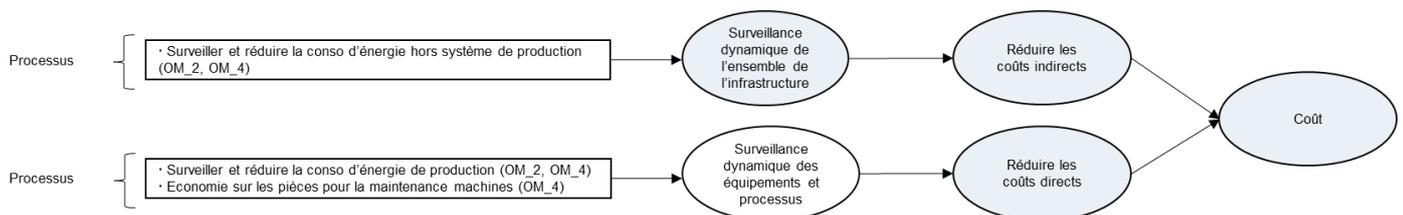


Figure 4.7 : Les changements effectués pour réduire les coûts

Pour les coûts directs, OM_4 déploie des capteurs pour surveiller le processus de peinture de la carrosserie, collecter des données (chauffage, hygrométrie, ventilation, etc.) sur ce processus pour identifier des sources d'économie de l'énergie consommée. La routinisation de l'IoT lui permet aussi d'optimiser la maintenance des équipements pour réaliser des économies sur les pièces de rechange. Pour les coûts indirects, OM_4 et OM_2 déploient une approche de surveillance de l'ensemble de leur infrastructure (bâtiments inclus) pour détecter des points de consommation inappropriés d'énergie, ou pour être alerté lorsqu'une lampe est oubliée allumée. L'extrait suivant en propose une illustration :

... être alerté en temps réel des zones où il y a de l'éclairage et où il n'y a personne qui travaille. Donc on reçoit aujourd'hui des alertes sur nos smartphones qu'on soit à Tombouctou, à Paris ou

ici dans l'usine en nous disant attention l'atelier 4654 au poteau 13 est allumé depuis longtemps et puis il ne se passe rien, il n'y a pas de gens qui bouge, il n'y a pas de machine, est-ce que vous voulez que j'éteigne ? Donc aujourd'hui le système lumineux est en LED et connecté comme ça (Directeur d'une usine OM_4, extrait d'une interview réalisée par nous).

4.6.1.5 La prise en compte de la cybersécurité

L'analyse des données collectées dans cette étude suggère aussi de considérer la cybersécurité comme une capacité opérationnelle à prendre en compte par les organisations manufacturières. La routinisation de l'IoT démultiplie en effet le risque d'intrusion, comme le rappelle l'extrait suivant :

... les risques (de cybersécurité) ... sont accrus dans le contexte de l'utilisation de plus en plus courante de solutions digitales ... dont un plus grand usage des services cloud, des appareils mobiles, de l'IoT ... Les risques liés aux systèmes de contrôle industriel, aux processus de fabrication et aux produits... augmentent avec l'accroissement de l'interconnectivité et de la digitalisation (OM_1, extrait du rapport d'activité 2020).

En cas d'attaque ou d'intrusion réussie, les dommages pour l'organisation peuvent être très importants. En conséquence, la mise en place d'actions pour protéger l'organisation des intrusions peut contribuer à sécuriser la réalisation de valeur, améliorer la performance. Cela peut aussi constituer un avantage concurrentiel. Selon les données, deux dimensions de la cybersécurité sont à distinguer (Figure 4.8) : la vulnérabilité de l'infrastructure de production d'une part, et la vulnérabilité humaine d'autre part. Pour réduire la vulnérabilité de l'infrastructure de production, plusieurs organisations (ex. OM_1, OM_5, OM_6, OM_8) s'appuient sur une approche de surveillance dynamique de leurs processus et de leurs équipements, une surveillance pouvant permettre de détecter en temps réel les signaux d'activités inhabituelles, inappropriées, inattendues, etc. au niveau des infrastructures et du réseau. Une telle surveillance permet d'améliorer la réactivité pour parer les attaques éventuelles. OM_2 opte en revanche pour une approche intégrée de la sécurité dont elle éprouve régulièrement l'efficacité par des tests. OM_7 s'appuie de son côté sur la blockchain pour divers scénarios de sécurité. Des changements sont également réalisés pour limiter la vulnérabilité pouvant découler du comportement des membres de l'organisation. Par exemple, OM_6 cible particulièrement les clefs USB qui doivent faire l'objet d'une décontamination à

l'entrée des installations de l'organisation. OM_8 met aussi en place une formation de ses membres sur la cybersécurité.

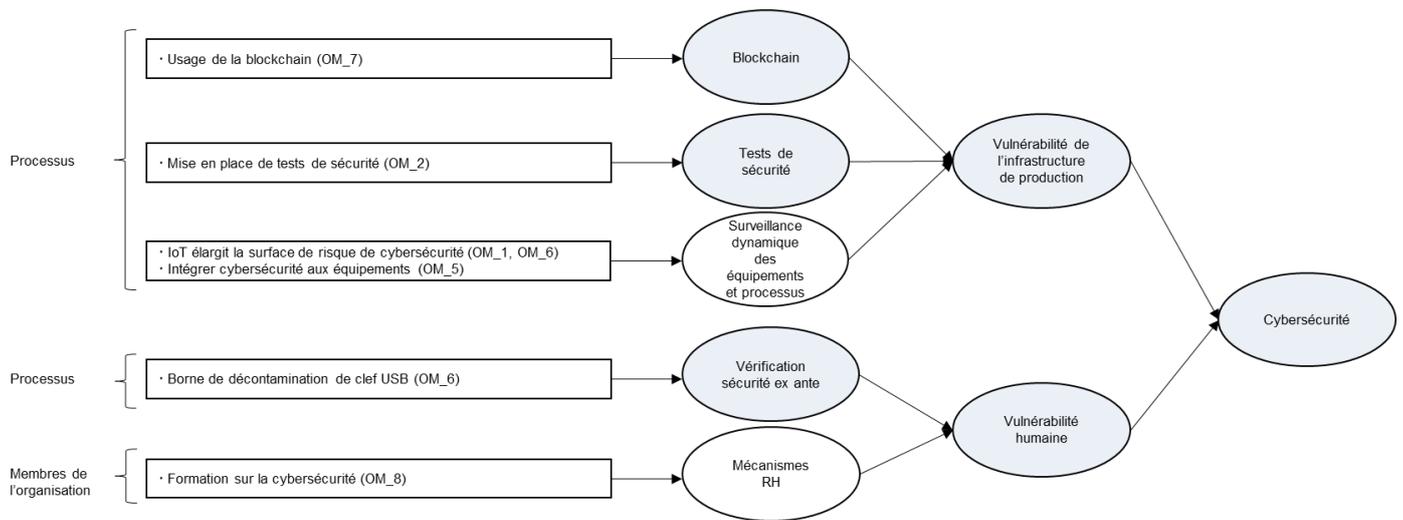


Figure 4.8 : Les changements effectués pour déployer la cybersécurité

Au total, les reconfigurations et les changements de la Stratégie Industrielle qu'entraîne la routinisation de l'IoT pour les organisations manufacturières étudiées concernent cinq capacités opérationnelles dont le coût et la cybersécurité. Ces deux capacités n'étaient pas prises en compte dans notre théorisation. La cybersécurité en particulier a été inférée de manière rétroductive. Elle ne renvoie pas aux littératures sur lesquelles nous nous étions appuyé jusque-là dans cette étude. Dans la section suivante, nous présentons les résultats concernant le contexte d'émergence de l'usage de l'IoT et des reconfigurations qui en découlent.

4.6.2 Le contexte d'émergence

L'analyse que propose cette étude examine aussi le contexte d'émergence de l'usage de l'IoT. La compréhension des paramètres à l'œuvre et conduisant l'organisation à routiniser l'IoT permet d'éclairer la trajectoire d'usage de la technologie, ainsi que les reconfigurations et les changements qui s'ensuivent au niveau des capacités manufacturières et des domaines de choix sur lesquelles s'appuie la formulation de la Stratégie Industrielle. Le contexte d'émergence inclut deux dimensions, les conditions et les autres mécanismes d'une part, la

structure d'autre part. Les résultats relatifs à chacune d'elles sont successivement présentés ci-dessous.

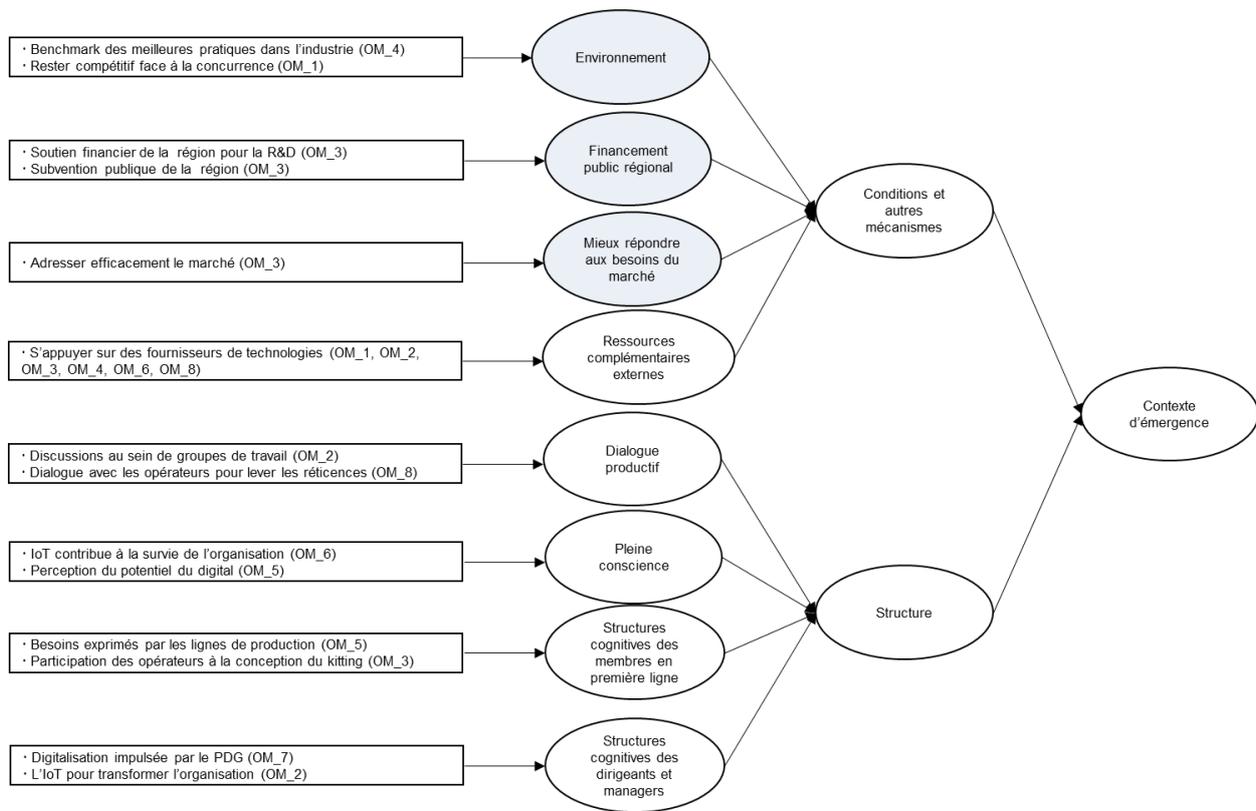


Figure 4.9 : Le contexte d'émergence de l'usage de l'IoT

Pour la première dimension, les conditions et autres mécanismes, plusieurs paramètres sont à souligner, comme synthétisé sur la Figure 4.9. Pour plusieurs organisations (ex. OM_1, OM_3, OM_4), l'environnement et le marché jouent un rôle déclencheur important pour la routinisation de l'IoT. Par exemple, OM_4 a effectué un benchmark des meilleures pratiques dans plusieurs industries (ex. retail, chimie) autres que l'automobile où elle opère. Les résultats de ce benchmark l'ont ensuite incité à adopter l'IoT. OM_1 souligne pour sa part l'importance de rester compétitif face à son principal concurrent actuel dans l'industrie aéronautique, mais aussi face à des concurrents futurs. L'usage de l'IoT pour OM_3 résulte de la volonté de mieux répondre aux besoins évolutifs du marché. Au-delà du rôle important attribué à l'environnement en tant qu'antécédent de l'usage de l'IoT, quasiment toutes les organisations manufacturières étudiées soulignent aussi le caractère central de l'accès à des

ressources complémentaires, notamment technologiques et innovationnelles. L'extrait ci-dessous en propose une illustration :

La collaboration avec d'autres entreprises et la participation à des consortiums de premier plan sont très importantes dans des domaines tels que la fabrication connectée. OM_2 a conclu des partenariats relatifs... à l'IoT avec des entreprises telles que FRCS²⁹⁹ et FRCE en 2016, et avec FRCI au début de 2017. Nous avons également conclu un partenariat d'innovation avec FRCO pour notre IoT Cloud. Les alliances stratégiques comprennent... l'Industrial Internet Consortium basé aux États-Unis. Nous sommes également un membre stratégique de la communauté open source internationale de la Fondation Eclipse. En 2016, nous avons rejoint le réseau... de laboratoires Industrie 4.0... (OM_2, *extrait du rapport d'activités 2016*).

Dans cet ordre d'idées, plusieurs organisations (ex. OM_1, OM_2, OM_3, OM_4, OM_6, OM_8) s'appuient sur les ressources complémentaires de fournisseurs de technologies pour déployer leurs plateformes IoT, stocker les données, analyser les données, rendre accessibles les données pour plusieurs sites de l'organisation, etc. Plusieurs organisations étudiées (ex. OM_2, OM_3, OM_5) sont aussi membres de consortiums et de regroupements professionnels pour accéder à de l'expertise et de la connaissance, développer des partenariats, parfois mutualiser des investissements. Un dernier paramètre jouant un rôle important au niveau de la dimension « conditions et autres mécanismes » concerne les soutiens et les financements publics dont bénéficient certaines organisations. Souvent dans des approches de la défense de l'attractivité de leurs territoires, des régions offrent un accompagnement à des organisations manufacturières pour améliorer leur compétitivité via la transformation digitale, et donc l'usage routinisé de l'IoT. Ces facilités, accompagnements, financements qu'offrent les collectivités locales, et parfois le gouvernement, représentent des incitations importantes pour les organisations manufacturières. Ces pratiques aident les organisations à réduire autant que possible les niveaux d'investissements propres qu'elles engagent dans l'acquisition et la routinisation de la technologie. Des usines d'OM_3 ont pu bénéficier de tels dispositifs pour l'acquisition de la technologie, comme illustré dans l'extrait suivant :

²⁹⁹ Les noms des fournisseurs de compléments ont été anonymisés pour raison de confidentialité.

... Le groupe fait sa part en investissant 100 millions d'euros dont 15% apportés par les collectivités locales. ... Le gros des efforts a porté sur l'atelier de peinture, avec une réduction de 30% de l'énergie consommée et sur la ligne de montage, avec l'installation d'AGV, automates qui apportent les pièces sur la ligne sans intervention humaine (*Directrice d'usine OM_3, extrait d'un article de presse*).

Concernant la deuxième dimension, la structure, plusieurs paramètres sont également à souligner. En premier lieu, presque toutes les organisations (ex. OM_1, OM_2, OM_3, OM_4, OM_5, OM_6, OM_7) sont pleinement conscientes des potentiels bénéfiques de la routinisation de l'IoT. L'extrait suivant en est une illustration :

La numérisation et l'usine du futur ne sont pas un effet de mode. L'enjeu est avant tout de transformer les usines existantes pour qu'elles ne disparaissent pas face à la concurrence et pour profiter du potentiel énorme de la digitalisation. L'objectif poursuivi par OM_5 est ainsi de chercher la rupture à tous les niveaux : dans les cycles de production, dans les coûts, dans la qualité du produit (*Directeur industriel et achat OM_5, extrait d'un article de presse*)

Les organisations étudiées sont conscientes que l'usage routinisé de cette technologie leur ouvre des opportunités pour réduire les coûts dans leurs usines implantées en Europe (ex. OM_1, OM_3), développer le rendement des actifs (ex. OM_3), affronter la concurrence et survivre aux évolutions futures (ex. OM_2, OM_5), réduire la pénibilité et améliorer la sécurité au poste de travail pour les membres en première ligne (ex. OM_1, OM_2), tendre vers le zéro défaut et améliorer la qualité (ex. OM_1, OM_5, OM_3), limiter l'impact des activités manufacturières sur l'environnement (ex. OM_6). Toutes présentent aussi les structures cognitives de leurs membres (dirigeants, managers, premières lignes) comme un micro-fondement essentiel et un élément causal de la routinisation de l'IoT. Le verbatim ci-dessous illustre cet aspect :

... on a mis en place une démarche de proposer des idées de projets qui répondent à un besoin opérationnel en s'assurant que ça permette d'atteindre au moins l'un de ces trois objectifs (amélioration des conditions de travail des opérateurs, amélioration de la qualité, efficacité opérationnelle) ... à partir de ça on prend des décisions collectives avec les différentes lignes de production pour savoir si une idée vaut le coup d'être transformée en projet. Et si c'est le cas, on arme le projet pour lancer ensuite toute la partie de benchmark, étude des différentes solutions possibles pour répondre au besoin. ... c'est là ensuite qu'on peut au fur et à mesure de l'avancement du projet décider ou pas de choisir une technologie et de la déployer si elle a le niveau de maturité requis (*Responsable innovation assemblage OM_5, extrait d'une interview réalisée par nous*).

Le rôle que joue le dialogue est aussi souligné par quelques organisations (ex. OM_2, OM_8). Ces dernières mettent en place des temps de discussion formelle à plusieurs pour réfléchir et

cerner le potentiel de la technologie, développer des pistes d'usage en miroir des besoins.

L'extrait illustratif ci-dessous présente la démarche sur laquelle s'appuie OM_2 :

Alors, en début 2015, j'ai mené sur le site industriel où je suis ... ce que nous avons appelé l'initiative « Usine et produits du futur ». J'ai créé un groupe de travail pour un brainstorming. À l'issue de la journée de travail avec ce groupe de travail, on a gardé 10 idées majeures. L'une de ces idées majeures était moins de papier dans l'usine. Ensuite pour chaque idée, des groupes de travail se réunissaient une fois par semaine 1h pour à partir d'une idée générique ... définir des idées de projets. C'est-à-dire aller vers du plus en plus concret. Et lorsque l'idée de projet ... remplissait un certain nombre de critères, on se lançait dans le projet et on réalisait le projet. Donc l'idée générique c'était moins de papier dans l'usine. (Chief Data Officer France OM_2, extrait d'une interview réalisée par nous)

De telles discussions formelles incluent des membres de différents niveaux hiérarchiques.

OM_8 aussi s'appuie sur des discussions entre les membres de l'organisation, mais davantage

pour expliquer, rassurer sur les éventuelles craintes. L'extrait ci-dessous en propose une

illustration :

Ces changements ont fait naître des craintes légitimes parmi nos employés, c'est certain ... Il a fallu beaucoup dialoguer pour désamorcer les réticences. D'autant que des emplois ont été supprimés sur les opérations de production, comme de maintenance (*Responsable division production pour une usine OM_8, extrait d'un article de presse*).

4.6.3 La structure causale

Les deux précédentes sections (4.6.1 et 4.6.2) documentent respectivement des changements et reconfigurations qu'entraîne la routinisation de l'IoT, et les paramètres causaux de la routinisation de l'IoT. En rapprochant les analyses que proposent ces deux précédentes sections, il est possible d'éclairer de manière holistique le phénomène d'intérêt de la présente étude, la reconfiguration de la Stratégie Industrielle qu'entraîne l'IoT. En effet, les paramètres causaux identifiés dans le contexte d'émergence sont à l'origine de l'adoption de l'IoT par l'organisation et de sa routinisation suivant une certaine trajectoire dans le système d'activités. Ce sont ces paramètres qui orientent, qui définissent la manière dont est routinisée la technologie. L'orchestration de la routinisation suivant la trajectoire que définissent les paramètres causaux entraîne plusieurs reconfigurations et changements interdépendants concernant les processus, le schéma organisationnel, les membres de l'organisation.

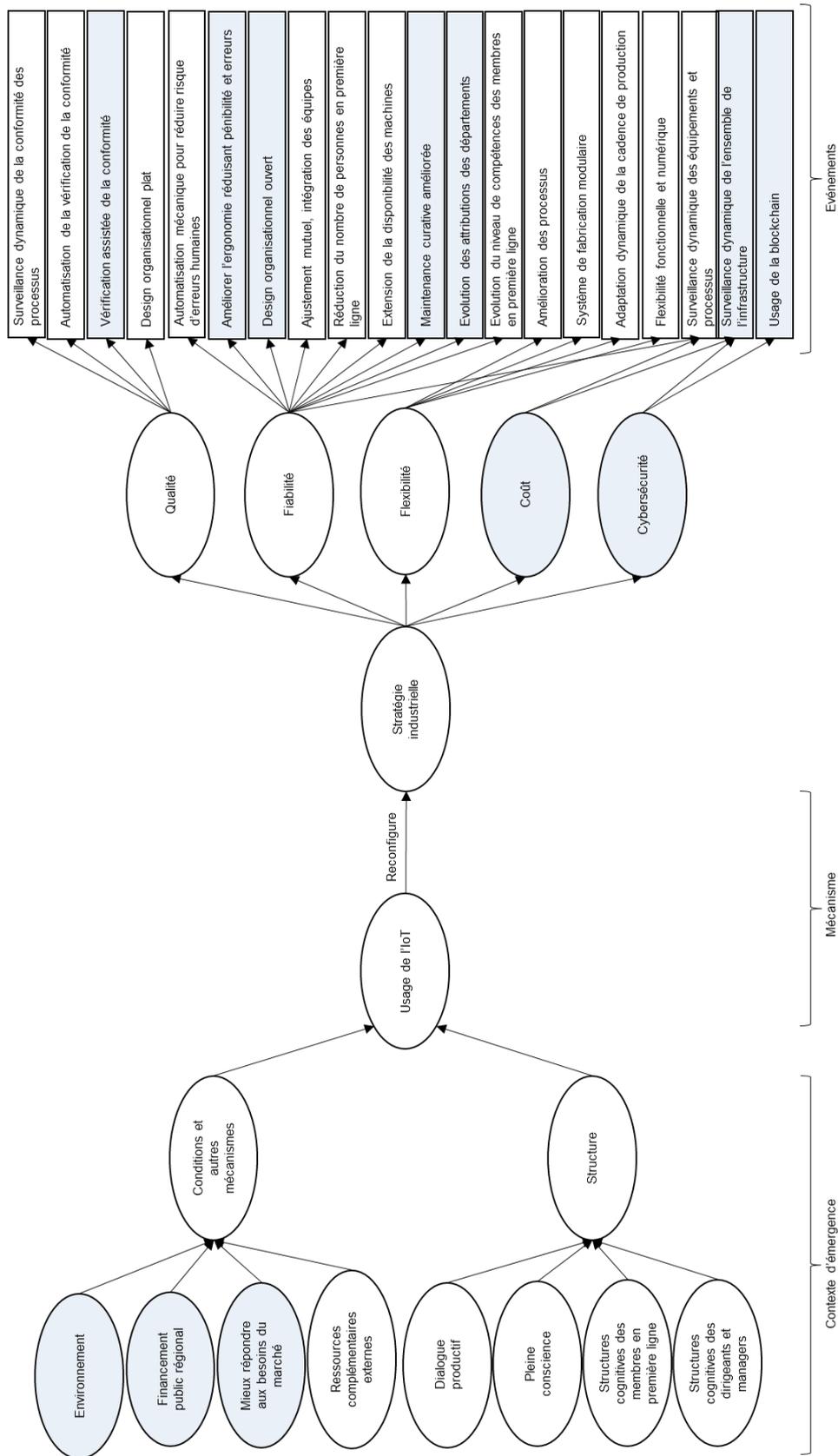


Figure 4.10 : La structure causale sous-jacente à la reconfiguration de la Stratégie Industrielle qu'entraîne l'IoT

Ces reconfigurations et changements affectent cinq capacités manufacturières, la qualité, la fiabilité, la flexibilité, les coûts, la cybersécurité. Ainsi, les reconfigurations et les changements que réalisent les organisations concernant les différents éléments constitutifs de la Stratégie Industrielle prennent en réalité leur source dans le contexte d'émergence et leurs paramètres causaux. Ces paramètres sont à l'origine de l'enchaînement d'actions conduisant à la concrétisation des reconfigurations et changements comme synthétisé sur la Figure 4.10³⁰⁰. Baptisé enchaînement causal, ou structure causale, il éclaire de manière étendue le phénomène d'intérêt, notamment depuis sa source. La structure causale explicitée peut être étendue aux performances opérationnelles. La concrétisation de telles performances résulte des reconfigurations et changements de la Stratégie Industrielle réalisés. Nous présentons les résultats concernant la performance opérationnelle dans la section suivante.

4.6.4 Les impacts des reconfigurations et changements sur le coût et la performance

Il n'est pas simple d'appréhender ou de mesurer la contribution distinctive de l'IoT, ou des technologies digitales, à la réalisation de la valeur économique³⁰¹. L'extrait suivant en offre une illustration.

Globalement pour OM_5, nous ne le mesurons pas (gain de productivité), car il est difficile de séparer l'apport du digital et le reste. Nous préférons mesurer la digitalisation des usines en process³⁰².
(Directeur performance et compétitivité d'OM_5, extrait d'un article de presse)

Néanmoins, cette section présente plusieurs aspects indiquant que l'usage de l'IoT et les reconfigurations subséquentes de la Stratégie Industrielle entraînent une amélioration de la valeur économique pour les organisations manufacturières. Comme synthétisé sur la Figure 4.11, ces aspects concernent les économies de coûts d'une part, et les améliorations de performance opérationnelle d'autre part.

³⁰⁰ La figure ne présente pas l'intégralité des événements inférés, mais seulement quelques exemples illustratifs, pour simplifier la lecture.

³⁰¹ Cf. notre discussion dans la première partie du manuscrit

³⁰² Cela renvoie dans une certaine mesure à l'utilité pratique de la technologie pour l'organisation telle que nous le soulignons dans la première partie du manuscrit.

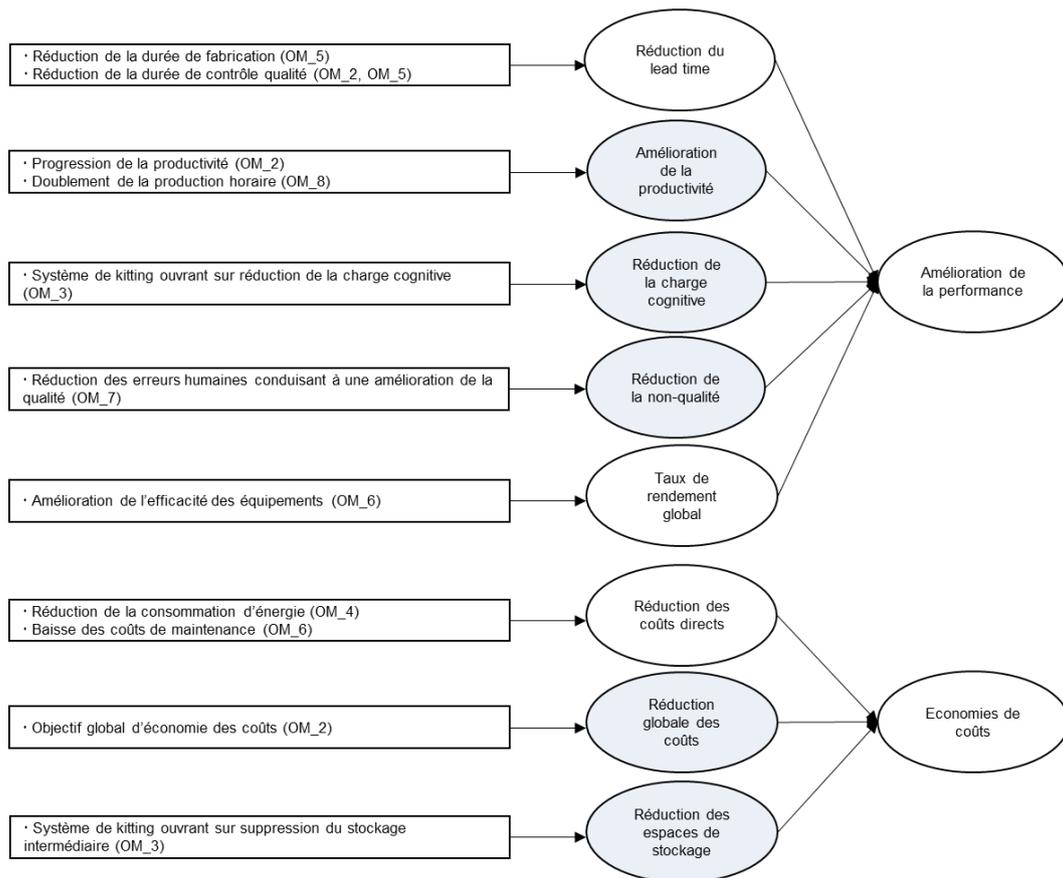


Figure 4.11 : Les impacts des reconfigurations et changements sur le coût et la performance opérationnelle

Pour les économies de coûts, les reconfigurations et changements que réalisent les organisations qui routinisent l’IoT entraînent notamment la réduction des coûts directs. Il convient cependant de noter que la concrétisation de la baisse des coûts directs résulte à la fois des reconfigurations et des changements concernant les capacités manufacturières, que des changements ciblant directement les coûts en tant que capacité manufacturière³⁰³. Par exemple, effectuer la surveillance de la consommation d’énergie des équipements de production (ex. OM_2, OM_4) permet à l’organisation d’identifier des comportements entraînant une consommation inappropriée de l’énergie, pour les corriger, sans transformation de processus. Dans une telle configuration, le coût correspond à une capacité manufacturière. En revanche, dans une configuration où la baisse de la consommation d’énergie est subséquente à l’automatisation du processus, le coût (économie de coûts) correspond

³⁰³ Voir Figure 4.7 p.341 du manuscrit

davantage à la résultante d'une reconfiguration de processus. Outre les coûts directs, les organisations étudiées (ex. OM_3, OM_4) réalisent aussi des économies de coûts au niveau du stockage, le développement du kitting permettant de supprimer le stockage intermédiaire. OM_2 a aussi une approche globale où elle estime le niveau global des économies de coûts découlant des changements réalisés, comme l'indique l'extrait ci-après :

... Ces derniers (capteurs) seront capables de détecter toute anomalie de production et de remonter, en temps réel, de multiples données et informations afin de réduire les coûts d'exploitation. ... Avec nos usines connectées, on vise le milliard d'euros d'économie ... (*Directeur projet industrie 4.0 OM_2, extrait d'un article de presse*).

Pour la performance opérationnelle, plusieurs organisations soulignent des améliorations du délai total de fabrication (ex. OM_2, OM_5), du taux de rendement des machines (ex. OM_6), de la productivité (ex. OM_2, OM_8), de la qualité (ex. OM_7). Une organisation (OM_3) rapporte aussi un aspect peu ou pas mesurable, la réduction de la charge cognitive pour les membres en première ligne, notamment sur les processus de kitting et de montage.

L'extrait suivant en propose une illustration :

... On a gagné ... en charge cognitive ... on peut faire plus d'actions avec de la valeur ajoutée au poste. ... Et on a aussi simplifié les flux amont ... Comme on crée des zones de kit, on vide les camions et on amène directement les pièces en zone de kitting, alors qu'avant elles passaient par un stock intermédiaire ... (*Responsable industrie 4.0 pour un ensemble d'usines OM_3, extrait d'une interview réalisée par nous*)

La présentation des résultats concernant les réductions des coûts et les améliorations de la performance opérationnelle conclut la section documentant les pratiques des organisations manufacturières étudiées. Cette section présente les reconfigurations et les changements que réalisent ces organisations en routinisant l'IoT, les paramètres causaux, les impacts en termes de valeur économique. De manière globale, on retiendra qu'un ensemble de paramètres internes et externes à l'organisation (les structures cognitives des membres de l'organisation, le dialogue entre eux, le soutien éventuel d'administrations publiques, l'accès à des ressources complémentaires externes indispensables) forment un contexte causal duquel émerge la routinisation de l'IoT. Ce contexte définit la trajectoire suivant laquelle est orchestré l'usage de la technologie, de même que les reconfigurations et les changements de la Stratégie

Industrielle qui s'ensuivent. Par la suite, des réductions des coûts et des améliorations de la performance opérationnelle peuvent être enregistrées. Dans la suite, nous prolongeons ces résultats en nous appuyant sur la littérature.

4.7 Discussion

Dans cette section, nous mettons en perspective les résultats de l'étude, en lien avec la littérature sur le réalisme critique et le cadre théorique développé. Nous focalisons cette discussion sur quatre principaux aspects : 1- le contexte causal ou d'émergence, 2- la structure causale, 3- la structuration de la Stratégie Industrielle, et 4- les changements organisationnels.

4.7.1 L'importance du contexte causal du phénomène d'intérêt

Selon la perspective du réalisme critique, le contexte d'émergence des événements est un aspect important à considérer pour expliquer le phénomène d'intérêt. La matérialisation des événements résulte en effet du fonctionnement, de l'orchestration des mécanismes causaux, qui découlent eux-mêmes du contexte (Sayer, 2000 p.15 ; Wynn & Williams, 2020 p.58). La littérature (Mingers, 2004 ; Mingers *et al.*, 2013 ; Sayer, 2000 ; Tsang, 2014 ; Williams & Wynn, 2018 ; Wynn & Williams, 2012, 2020) utilise souvent le terme de « structure » pour désigner les paramètres et les objets ayant des forces causales générant les mécanismes et les événements. Néanmoins, dans cette étude, nous lui préférons le terme plus englobant de contexte pour tenir compte des suggestions schématisées³⁰⁴ de Sayer (2000) et Easton (2010) qui distinguent d'une certaine manière la structure d'un côté, les conditions et les autres mécanismes de l'autre. Le terme contexte utilisé dans notre manuscrit permet donc d'agréger les deux dimensions.

La littérature définit souvent le contexte comme un ensemble de pratiques et d'objets en interrelations (Sayer, 1992 p.92) qui représentent les conditions sous-jacentes au phénomène

³⁰⁴ Voir p.305 du manuscrit

d'intérêt (Wynn & Williams, 2020 p.54). Certains travaux (Wynn & Williams, 2012 p.791 ; 2020 p.54) expliquent qu'en MSI le contexte est sociotechnique et inclut souvent des relations humaines (mettant en interaction des ensembles d'individus, de groupes, d'organisations), des artefacts technologiques (avec lesquels sont en interaction les individus, groupes, organisations), et des règles et des pratiques s'appuyant sur des entités discursives comme le langage et la culture (pour définir les relations et l'organisation entre les individus, groupes, organisations). D'autres académiques (Mingers *et al.*, 2013 p.797) résumant en expliquant que le contexte sous-jacent peut avoir des formes variées, en l'occurrence matérielle, sociale, cognitive. « La composition et les interactions au sein du contexte donnent lieu à un ensemble d'actions possibles, qui, à leur tour, limitent ou permettent les résultats qui peuvent se produire. Selon la philosophie du réalisme critique, ce contexte conduit à un ensemble de mécanismes qui sont mis en œuvre, ou non, pour générer les événements et les observations étudiés » (Wynn & Williams, 2020 p.54).

L'étude conduite dans cette partie de notre travail doctoral éclaire un contexte causal qui correspond aux principales caractéristiques que présente la littérature. Il distingue deux dimensions. La première inclut des forces causales internes à l'organisation, à savoir la cognition et le processus discursif du dialogue. La seconde présente des forces causales situées au-delà des frontières de l'organisation, en l'occurrence un autre mécanisme, l'accès aux ressources complémentaires externes (cf. Makadok, 2001), et des paramètres comme le soutien d'administrations publiques, l'environnement, le marché. Dans le cadre théorique développé³⁰⁵, cette seconde dimension se limitait aux ressources complémentaires. Les résultats de l'étude permettent donc de prendre en compte d'autres paramètres importants. Ces éléments causaux, et leurs interactions (Wynn & Williams, 2020 p.54), constituent donc le

³⁰⁵ Voir p.300-301 du manuscrit

fondement³⁰⁶ de la routinisation de l'IoT, et du phénomène d'intérêt. En conséquence, nous émettons les propositions théoriques suivantes :

Proposition 18a : Les forces causales internes à l'organisation manufacturière (cognition, dialogue) ont une influence directe et positive sur la routinisation de l'IoT.

Proposition 18b : Les forces causales internes à l'organisation manufacturière (cognition, dialogue) ont une influence indirecte et positive sur la matérialisation des reconfigurations de la Stratégie Industrielle qu'entraîne l'IoT.

Proposition 18c : Les forces causales internes à l'organisation manufacturière (cognition, dialogue) ont une influence indirecte et positive sur les améliorations des coûts d'activités et des performances opérationnelles, les reconfigurations de la Stratégie Industrielle servant de paramètre médiateur.

Proposition 18d : Les forces causales externes à l'organisation manufacturière (compléments externes, soutien d'administrations publiques, environnement, marché) ont une influence directe et positive sur la routinisation de l'IoT.

Proposition 18e : Les forces causales externes à l'organisation manufacturière (compléments externes, soutien d'administrations publiques, environnement, marché) ont une influence indirecte et positive sur la matérialisation des reconfigurations de la Stratégie Industrielle qu'entraîne l'IoT.

Proposition 18f : Les forces causales externes à l'organisation manufacturière (compléments externes, soutien d'administrations publiques, environnement, marché) ont une influence indirecte et positive sur les améliorations des coûts d'activités et des performances opérationnelles, les reconfigurations de la Stratégie Industrielle servant de paramètre médiateur.

Proposition 18g : Les interactions entre les forces causales internes et externes à l'organisation manufacturière ont une influence directe et positive sur la routinisation de l'IoT.

4.7.2 La théorie causale permettant d'expliquer le phénomène d'intérêt

L'un des principaux objectifs des études de cas réalistes critiques est de présenter une argumentation claire et étayée par des données empiriques à propos de la causalité qui explicite la manière dont les événements sont générés par la structure, les conditions contextuelles, les actions (Wynn & Williams, 2012 p.789). Cela revient dans une certaine mesure à développer une théorie causale, une théorie présentant la structure causale sous-jacente au phénomène d'intérêt.

³⁰⁶ Dans la perspective des Capacités Dynamiques, plusieurs paramètres inférés au niveau du contexte, comme la cognition, le dialogue, correspondent à des micro-fondements.

Dimensions	Définitions	Positions de la théorie développée
L'ontologie causale (ou agence causale)	Elle correspond aux perceptions concernant la réalité, la nature, la signification de la causalité (Markus & Robey, 1988 p.583; Markus & Rowe, 2018 p.1255; Rowe & Markus, 2021 p.80). Elle éclaire des questions comme : Des forces causales externes sont-elles la cause des changements ? Des personnes agissent-elles de façon délibérée pour réaliser les objectifs de changement visés ? Les changements émergent-ils de manière imprévisible de l'interaction entre des personnes ou des événements ? (Markus & Robey, 1988 p.583)	<p>La théorie que développe l'étude pose que la causalité se reflète par un mécanisme réel (Rowe & Markus, 2021 p.83), l'usage routinisé de l'IoT. L'orchestration du mécanisme produit des effets, des événements (reconfigurations et changements de la Stratégie Industrielle) qui entraînent d'autres événements (réduction des coûts et améliorations de la performance opérationnelle). Le mécanisme causal résulte de l'action de forces causales externes (ressources complémentaires, soutien d'administrations publiques, environnement, marché), de l'interaction entre les membres de l'organisation (via la cognition et le dialogue), et des interactions entre forces causales externes et membres de l'organisation.</p> <p>Il convient de rappeler qu'à l'instar de notre étude, des travaux précédents qui s'inscrivent dans la philosophie du réalisme critique établissent aussi l'usage de la technologie comme un mécanisme causal (ex. Volkoff <i>et al.</i>, 2007 ; voir aussi le rappel de Rowe & Markus, 2021 p.85). De même, à l'instar de notre étude établissant l'usage de l'IoT comme une Capacité Dynamique et un mécanisme causal, de précédents travaux posent aussi le développement de Capacités Dynamiques comme un mécanisme causal (ex. Daniel <i>et al.</i>, 2014 ; voir aussi le rappel de Wynn & Williams, 2020 p.57).</p>
La trajectoire causale (ou structure logique)	Elle concerne la formulation logique de l'argumentation théorique, le flux causal (Markus & Robey, 1988 p.589 ; Markus & Rowe, 2018 p.1260 ; Rowe & Markus, 2021 p.80 ; Paré et al., 2008 p.405). Le flux causal permet de distinguer les approches théoriques par variance (statiques) des approches processuelles (dynamiques). Les premières posent que la cause est nécessaire et suffisante pour la réalisation du phénomène. En revanche, les secondes suggèrent que la cause est nécessaire mais pas suffisante. Le phénomène d'intérêt peut ne pas être matérialisé même en présence de la cause (Markus & Robey, 1988 p.590 ; Paré et al., 2008 p.405).	La structure causale que met au jour notre étude (Figure 4.10 p.348 du manuscrit) présente une stratification de la causalité, avec un mécanisme causal externe aux effets, au phénomène d'intérêt (Rowe & Markus, 2021 p.91). Elle correspond aux approches processuelles que présente la littérature. En effet, le mécanisme causal que définit l'étude est une condition nécessaire de la concrétisation des reconfigurations et changements de la Stratégie Industrielle. De manière cohérente avec nos développements dans la première partie du manuscrit, elle n'est toutefois pas suffisante, pour trois raisons. 1- Le contexte d'émergence (ex. compléments externes, cognition, dialogue) joue un rôle dans la concrétisation du phénomène. 2- La matérialisation des différents changements et reconfigurations correspond à une éventualité. Par exemple, toutes les reconfigurations présentées dans les résultats de l'étude ne sont pas concrétisées par toutes les organisations manufacturières. 3- La concrétisation de la rente économique représente aussi une éventualité et non une certitude comme dans les approches par variance.
L'autonomie causale (niveau d'analyse)	Elle concerne les entités pour lesquelles la théorie établit des relations causales avec la technologie (Markus & Rowe, 2018 p.1260 ; Rowe & Markus, 2021 p.80). Ces entités peuvent être des individus, des organisations, la société en général (Markus & Robey, 1988 p.583). La littérature (Markus & Robey, 1988 ; Paré et al., 2008) recommande un mix de plusieurs niveaux d'analyse parce que rendre compte efficacement de l'usage de la technologie l'exige. Par ex., l'introduction de la technologie dans l'organisation s'appréhende davantage au niveau macro. Mais cela affecte aussi le niveau micro des membres de l'organisation en termes de compétences, d'interactions interpersonnelles, etc. (Paré et al., 2008 p.405).	Nos analyses dans cette étude correspondent aux recommandations ci-contre en examinant les effets qu'entraîne l'IoT selon trois niveaux d'analyse : les processus opérationnels (reconfigurations de la structure des processus qualité, fiabilité, flexibilité), le design organisationnel (changements de l'architecture organisationnelle), les membres de l'organisation (changements en termes de compétences, de polyvalence, de management RH). Nos analyses renvoient aussi dans une certaine mesure à la souveraineté humaine (Rowe & Markus, 2021 p.104), la cognition et le dialogue contribuant à orienter la trajectoire de l'IoT.

Tableau 4.6 : Les principales dimensions de la théorie causale

La structure causale correspond aux arguments explicites, ou aux hypothèses implicites, concernant la nature et la direction des influences causales relatives au phénomène d'intérêt (Markus & Robey, 1988 p.583 ; Markus & Rowe, 2018 p.1255 ; Paré *et al.*, 2008 p.404 ; Rowe & Markus, 2021 p.76). La littérature (Markus & Robey, 1988 ; Markus & Rowe, 2018 ; Paré *et al.*, 2008 ; Rowe & Markus, 2021) présente trois dimensions à considérer pour théoriser la causalité. Chaque dimension inclut plusieurs positions possibles (voir Markus & Rowe, 2018 ; Rowe & Markus, 2021). Comme synthétisé dans le Tableau 4.6, l'étude de cas que met en œuvre cette partie du manuscrit fait émerger une structure causale du phénomène d'intérêt qui prend en compte ces différentes dimensions. Elle présente ainsi les principales caractéristiques³⁰⁷ de la théorisation causale (Rowe & Markus, 2021 p.117). En éclairant la causalité, l'étude répond aussi aux questions pourquoi et comment (Wynn & Williams, 2020). Pourquoi³⁰⁸ la routinisation de l'IoT (cf. les forces causales du contexte d'émergence) ? Pourquoi les reconfigurations et les changements de la Stratégie Industrielle (cf. le mécanisme causal) ? Comment se matérialisent les effets du mécanisme causal (cf. les reconfigurations et les changements de la Stratégie industrielle, les réductions des coûts, les améliorations de la performance opérationnelle) ? En prenant en compte ces éléments, nous formulons les propositions suivantes :

Proposition 19a : Le mécanisme causal de l'usage routinisé de l'IoT a un effet direct et positif sur la matérialisation des reconfigurations de la Stratégie Industrielle.

Proposition 19b : Le mécanisme causal de l'usage routinisé de l'IoT a un effet indirect et positif sur les améliorations des coûts d'activités et des performances opérationnelles, les reconfigurations de la Stratégie Industrielle servant de paramètre médiateur.

³⁰⁷ Building blocks

³⁰⁸ Ici, la question pourquoi n'adresse pas les motivations, mais plutôt la source, l'origine de l'usage de l'IoT, d'un point de vue sociotechnique.

Les analyses présentées dans cette section et dans la section précédente permettent de répondre à la question de recherche de l'étude. Elles contribuent aussi à répondre à la question de recherche 3 présentée dans la première partie du manuscrit³⁰⁹.

4.7.3 La reformulation de la Stratégie Industrielle

Les résultats de l'étude empirique conduite montrent que l'IoT entraîne des reconfigurations et des changements de plusieurs dimensions de la Stratégie Industrielle. Il en résulte une reformulation de la théorie sous-jacente pour tenir compte du contexte actuel de large diffusion des technologies digitales ubiquitaires comme l'IoT.

4.7.3.1 Des processus dynamiques et combinés

Si la théorie de la Stratégie Industrielle insiste déjà sur une approche dynamique de sa mise en œuvre pour adapter l'organisation aux évolutions dans l'environnement (Skinner, 1996a p.11), la vitesse des changements requis est plus élevée à l'ère actuelle des SIs capacitantes. L'usage routinisé de l'IoT permet notamment de surveiller de manière continue et en temps réel l'exécution des processus pour corriger très vite les écarts par rapport à la trajectoire définie. Il permet aussi d'identifier de manière continue des voies d'amélioration des processus pour maximiser la valeur économique. Il permet également de réadapter plus souvent les processus pour tenir compte des évolutions rapides dans l'environnement, etc. La technologie étant elle-même dynamique, ses évolutions ouvrent de manière continue pour les organisations des possibilités nouvelles en termes d'usage, de réadaptation ou de refonte des processus manufacturiers. Par exemple, plusieurs organisations étudiées (ex. OM_2, OM_3) utilisent dans leurs processus des technologies IoT comme la réalité augmentée, la RFID tout en explorant en parallèle les opportunités que génèrent d'autres technologies IoT pour leurs processus. Elles examinent par exemple la 5G depuis peu. Ces éléments indiquent qu'il y a lieu de prendre en compte dans la conception et le déploiement de la Stratégie Industrielle une

³⁰⁹ Voir p.123 du manuscrit

perspective dynamique des opportunités qu'offre la technologie, impliquant une approche dynamique de la conception des processus. Cela se traduit par des changements rapides et une réadaptation continue des processus manufacturiers pour rester évolutivement adaptée aux évolutions dans l'environnement. Nous formulons alors les propositions suivantes :

Proposition 20a : L'ampleur du dynamisme du déploiement de la Stratégie Industrielle est plus importante pour les organisations manufacturières qui routinisent l'IoT que pour celles qui n'utilisent pas cette technologie.

Proposition 20b : L'adaptabilité évolutive aux changements dans l'environnement qu'entraîne le déploiement dynamique de la Stratégie Industrielle est plus élevée pour les organisations manufacturières qui routinisent l'IoT que pour celles qui n'utilisent pas cette technologie.

Olsen & Tomlin (2020) expliquent que l'IoT permet d'abandonner l'approche du compromis que présente Skinner (1969) pour la conception et le déploiement de la Stratégie Industrielle. Plusieurs organisations étudiées mentionnent l'amélioration d'indicateurs comme le lead time (durée globale de fabrication), le taux de rendement global, la productivité, le coût global comme résultantes de l'usage de l'IoT et des reconfigurations de la Stratégie Industrielle qui s'ensuivent. Ces éléments tendent à indiquer qu'elles considèrent la voie de la combinaison des différentes capacités manufacturières. Plusieurs organisations étudiées énumèrent aussi les réductions de la non-qualité, les réductions de la charge cognitive pour leurs membres en première ligne (fiabilité), les réductions des espaces de stockage (fiabilité) parmi les effets des reconfigurations qu'entraîne l'IoT. Autrement dit, les organisations peuvent aussi considérer certaines capacités manufacturières plus que les autres. Toutefois, les données collectées indiquent de manière globale que les organisations examinent les opportunités qu'offre l'IoT pour toutes les capacités opérationnelles manufacturières. Aucune des organisations étudiées ne semble prioriser ou se focaliser sur l'une des capacités manufacturières au détriment des autres. Certaines comme OM_2, OM_4, OM_6 peuvent adopter une approche davantage orientée vers la recherche d'améliorations concernant des processus précis pouvant bloquer le système de production. Néanmoins, elles accordent aussi de l'attention à tous les autres

processus manufacturiers où elles peuvent réaliser des reconfigurations conduisant à améliorer leurs performances opérationnelles. Pour toutes les organisations donc, la démarche mise en œuvre est d'effectuer toutes les reconfigurations de processus pouvant contribuer à améliorer la valeur réalisable (productivité, mais aussi autonomie et bien-être des membres en première ligne). Elles semblent alors davantage s'appuyer sur l'approche combinée que présentent plusieurs travaux (ex. Chavez *et al.*, 2017 ; Singh *et al.*, 2015). Il s'ensuit la proposition ci-dessous :

Proposition 20c : La combinaison des reconfigurations de processus qu'entraîne la routinisation de l'IoT a un effet direct positif sur l'ampleur de la valeur (ex. amélioration de la productivité, renforcement de l'autonomie et du bien-être des membres en première ligne) que réalisent les organisations manufacturières.

4.7.3.2 La prise en compte des autres principaux domaines de choix

La théorie de la Stratégie Industrielle présente plusieurs domaines de choix. Cependant, cet aspect important de la théorie est souvent peu considéré dans la littérature empirique, la plupart des travaux se focalisant sur les capacités manufacturières. Pourtant, la prise en compte de ces domaines de choix conduit à une analyse plus complète des pratiques des organisations manufacturières. Seuls une poignée de travaux (ex. Leong *et al.*, 1990 ; Ward *et al.*, 1996 ; Wheelwright & Bowen, 1996), souvent théoriques, tiennent compte des domaines de choix dans leurs analyses. Néanmoins, lorsqu'ils sont considérés dans les travaux académiques, les domaines de choix sont souvent examinés de manière décalée, séparée, jamais de manière conjointe avec les capacités manufacturières (ex. Leong *et al.*, 1990). La présente étude montre qu'une démarche d'analyse conjointe est pourtant fort utile pour examiner de manière holistique les pratiques des organisations manufacturières. Tout en s'appuyant sur les capacités, elle permet d'étendre l'analyse au-delà des processus qui ne représentent qu'un domaine de choix. D'autres paramètres comme le design organisationnel et les membres de l'organisation sont tout aussi importants à considérer. Leur prise en compte dans la présente étude montre notamment que les reconfigurations qu'entraîne l'IoT pour les

processus manufacturiers induisent des changements concernant les deux autres domaines de choix. L'examen de ces effets de l'IoT, au-delà des processus, permet d'appréhender de manière globale les implications pour la Stratégie Industrielle et la réalisation de la valeur. Ils permettent de documenter de manière plus étendue les changements à considérer au niveau de chaque capacité manufacturière. Ils débouchent sur une nouvelle structuration du contenu de la Stratégie Industrielle et attirent l'attention des académiques comme des praticiens sur d'autres éléments à prendre en compte pour la (re)formulation de la Stratégie Industrielle. De ces éléments découlent les propositions suivantes :

Proposition 20d : La prise en compte conjointe des changements qu'entraîne l'IoT pour 1- les processus, 2- le design organisationnel, et 3- les membres de l'organisation a un effet direct positif sur l'ampleur de la valeur réalisable.

Proposition 20e : L'ampleur de la valeur résultant des reconfigurations de processus qu'entraîne l'IoT est moins importante que l'ampleur de la valeur résultant de la prise en compte conjointe des changements qu'entraîne l'IoT pour 1- les processus, 2- le design organisationnel, et 3- les membres de l'organisation.

4.7.3.3 La prise en compte de la cybersécurité

La théorie de la Stratégie Industrielle telle que la présente la littérature (ex. Wheelwright, 1984) inclut quatre capacités manufacturières : la qualité, la fiabilité, la flexibilité, et le coût. Si le cadre théorique développé dans cette partie du manuscrit plus haut n'inclut pas le coût comme une capacité manufacturière, les résultats de l'étude mise en œuvre établissent sa réintégration au contenu de la Stratégie Industrielle. Mais au-delà de la réintégration du coût comme capacité manufacturière, les résultats de l'étude invitent aussi à considérer la cybersécurité comme une capacité manufacturière sur laquelle s'appuie la Stratégie Industrielle. Lorsque Skinner proposait pour la première fois sa théorie en 1969, les machines et les équipements de production n'étaient pas connectés à Internet³¹⁰, et les TIIs en général

³¹⁰ Ardito *et al.* (2018) rappellent que la première connexion d'un artefact matériel à Internet a été effectuée en 1982. Voir p.23 du manuscrit.

étaient encore peu développées³¹¹. À l'inverse, avec la large diffusion des technologies ubiquitaires, les sources de risque se sont démultipliées. L'usage routinisé de l'IoT contribue à élargir la surface d'exposition aux risques de cybersécurité comme le rappellent la littérature (Chanson *et al.*, 2019) et les résultats de notre étude. Partant, les organisations manufacturières doivent davantage intégrer la cybersécurité à leurs stratégies, et réaliser des changements s'appuyant à la fois sur des méthodes préventives et les méthodes détectives (Cavusoglu *et al.*, 2005). Les méthodes préventives permettent de mettre en place un bouclier défensif pour protéger l'organisation contre les intrusions (Cavusoglu *et al.*, 2005 p.28). Des approches s'appuyant sur la blockchain pour protéger les données des capteurs sont par exemple présentées dans la littérature (Chanson *et al.*, 2019) et explorées par certaines organisations étudiées (ex. OM_7). Les méthodes détectives en revanche permettent de détecter les intrusions en cours (Cavusoglu *et al.*, 2005 p.28) en surveillant de manière continue l'infrastructure, l'ensemble des équipements et des processus. La concrétisation de tels changements permet de réduire la vulnérabilité de l'infrastructure (failles de sécurité découlant de brèches dans l'infrastructure) d'une part, mais aussi la vulnérabilité humaine (failles de sécurité résultant du comportement humain). Dans une certaine mesure, la prise en compte de la cybersécurité contribue aussi à la performance et à la valeur économique, par exemple en empêchant les interruptions du système de production résultant d'attaques³¹², en économisant d'éventuels paiements de rançons à des attaquants, en évitant la détérioration de la confiance des clients et du marché. En conséquence, nous formulons les propositions ci-dessous :

Proposition 20f : La routinisation de l'IoT a une influence directe positive sur la prise en compte de la cybersécurité comme une capacité manufacturière.

³¹¹ 1969 correspond à la première ère de l'histoire des technologies d'information qu'identifient Hirschheim & Klein (2012), l'ère du traitement des données. Les technologies se limitaient essentiellement aux mainframes à cette époque, avec des capacités de calcul centralisées. Voir p.2-3 du manuscrit.

³¹² Plusieurs usines de fabrication automobile de Honda en Turquie, au Royaume-Uni et aux USA ont arrêté leur production pendant plusieurs heures en juin 2020 à la suite d'une attaque par ransomware (voir articles de presse publiés le 11 juin 2020 sur popularmechanics.com, et le 25 juin 2020 sur darktrace.com)

Proposition 20g : La prise en compte de la cybersécurité comme une capacité opérationnelle manufacturière a une influence directe positive sur l'amélioration de la performance opérationnelle.

Pour tenir compte de la réintégration du coût et de la prise en compte de la cybersécurité, nous avons complété la nouvelle structuration que nous proposons pour la Stratégie Industrielle. L'annexe 4.6 présente la structuration complétée. Elle prend en compte ces deux capacités manufacturières, mais aussi des extensions émergeant des résultats de l'étude concernant les trois autres capacités manufacturières. L'ensemble de ces éléments contribue à éclairer la question de recherche de l'étude ainsi que la question de recherche 3 soulevée dans la première partie.

4.7.4 Les changements organisationnels résultant de l'usage de l'IoT

Les changements organisationnels qu'entraîne l'usage de l'IoT sont encore peu documentés dans la littérature. La plupart des travaux (ex. Côte-Real *et al.*, 2020 ; Otondo *et al.*, 2009 ; Wei *et al.*, 2015) qui mentionnent de tels changements subséquents à l'usage de l'IoT restent vagues. En MSI, seuls deux travaux à notre connaissance documentent des changements organisationnels substantiels que concrétisent des organisations routinisant l'IoT. L'étude d'Østerlie & Monteiro (2020) concernant une entreprise pétrolière et gazière indique que l'usage de l'IoT a entraîné un redéploiement des effectifs de l'organisation. L'étude de Wessel *et al.* (2021) examinant les pratiques d'une entreprise de machinerie industrielle décrit un changement de culture interne découlant de l'usage de l'IoT et qui aboutira à la refonte de la structure organisationnelle avec la mise en place d'un nouveau département. En management des opérations, l'étude de Cagliano *et al.* (2019) documente aussi un changement organisationnel significatif qu'entraîne la routinisation de l'IoT pour des organisations manufacturières avec la suppression de lignes hiérarchiques et l'aplatissement du design organisationnel. Il est intéressant de noter que pour ces trois recherches empiriques qui s'appuient toutes sur des études de cas, les évolutions significatives de la structure

organisationnelle présentées sont subséquentes à des reconfigurations de processus qu'entraîne l'IoT (digitalisation du processus d'inspection sur la plateforme offshore pour Østerlie & Monteiro, 2020 ; transformation du processus de commercialisation avec mise en place d'une approche de servicisation pour Wessel *et al.*, 2021 ; automatisation des processus accompagnée de la mise en place d'une surveillance en temps réel pour Cagliano *et al.*, 2019). Cela rejoint dans une certaine mesure notre analyse précédente sur l'importance de la prise en compte des autres domaines de choix dans l'investigation des pratiques des organisations manufacturières. Pour revenir aux changements organisationnels qu'entraîne l'IoT, la recherche empirique conduite ici présente des résultats similaires aux trois travaux mentionnés ci-dessus (Cagliano *et al.*, 2019 ; Østerlie & Monteiro, 2020 ; Wessel *et al.*, 2021). Le déploiement de la surveillance dynamique de la conformité des processus (en remplacement des anciennes approches statistiques), et l'automatisation de la vérification de la conformité des produits (ex. grâce à la vision industrielle) au niveau des processus qualité entraînent un aplatissage du design organisationnel, une réduction ou une suppression des équipes support qualité. La reconfiguration des processus concernant la fiabilité (ex. maintenance conditionnelle, détection des pannes par réalité augmentée) conduit aussi à une redéfinition des missions et des prérogatives de certains départements comme le département R&D, le département SI. Plus généralement, le renforcement de l'autonomisation des membres en première ligne, l'évolution du parcours décisionnel sont aussi des changements organisationnels qu'entraînent l'usage routinisé de l'IoT et la réalisation de reconfigurations de processus manufacturiers. En prenant en considération ces éléments ressortant de notre étude, et en cohérence avec les précédents travaux empiriques mentionnés, il est possible de conclure que l'usage routinisé de l'IoT entraîne des évolutions significatives du schéma organisationnel. Une telle conclusion infirme notre proposition 7b formulée dans la première

partie du travail³¹³ en nous appuyant sur la majorité des travaux disponibles dans la littérature en MSI. Néanmoins, il y a lieu de souligner que l'ampleur des changements organisationnels découlant de la routinisation de l'IoT est fonction de l'ampleur des reconfigurations et des changements de processus réalisés en amont. Les reconfigurations et les changements de processus correspondent alors à des paramètres médiateurs comme le suggèrent Hensen & Dong (2020). En conséquence, nous formulons la proposition ci-dessous :

Proposition 21 : L'ampleur des changements organisationnels qu'entraîne la routinisation de l'IoT pour les organisations manufacturières est plus importante en présence de reconfigurations et de changements d'ampleur des processus manufacturiers.

L'analyse présentée dans cette section contribue à répondre dans une certaine mesure à la question de recherche 6a soulignée dans la première partie concernant le changement du design organisationnel³¹⁴. Dans la section suivante, nous présentons des interrogations que soulèvent les analyses effectuées dans cette partie, des interrogations qui pourront être adressées par des travaux futurs.

4.8 Voies de recherche

Nous présentons dans cette section deux principaux aspects dont nous proposons l'examen dans des travaux futurs : 1- les interactions entre les deux dimensions du contexte causal, les changements organisationnels subséquents à la prise en compte du coût et de la sécurité.

4.8.1 Investiguer les interactions entre les paramètres causaux du contexte d'émergence

Notre étude, en cohérence avec la littérature (Easton, 2010 ; Sayer, 2000 ; Wynn & Williams, 2020), souligne l'importance du contexte d'émergence dans l'architecture causale conduisant à la matérialisation des événements du phénomène d'intérêt. Elle met en évidence que ce contexte est constitué de deux dimensions. Et notre cadre théorique indique que la dimension interne (cognition, dialogue) gouverne la dimension externe (ressources complémentaires

³¹³ Voir p.134 du manuscrit

³¹⁴ Voir p.135 du manuscrit

externes, adaptation à l'environnement et au marché, soutien d'administrations publiques). Cette relation de gouvernance peut par exemple s'appuyer sur le dialogue productif. Un tel dialogue permet notamment à l'organisation manufacturière de développer des relations profitables et une collaboration idiosyncrasique avec les tiers, de s'assurer une trajectoire fiable concernant l'accès aux compléments externes³¹⁵. Plus globalement, la littérature (Easton, 2010 ; Sayer, 2000 ; Wynn & Williams, 2012, 2020) mentionne des interactions entre les paramètres causaux formant le contexte. Si de telles relations ou interactions entre les deux dimensions du contexte, mais aussi au sein de chaque dimension, sont importantes pour qu'émerge le mécanisme causal, notre étude ne permet pas de les mettre en évidence. Il y a alors lieu d'investiguer la nature de ces relations et interactions, leurs rôles, leurs fondements. La littérature existante (voir la revue qu'effectuent Wynn & Williams, 2020 p.84-88 concernant les travaux empiriques en MSI s'appuyant sur le réalisme critique) n'éclaire pas encore suffisamment ces aspects. Nous formulons alors les questions de recherche suivantes :

Question de recherche 13a : Comment les dimensions du contexte d'émergence interagissent-elles ?

Question de recherche 13b : Comment les paramètres causaux du contexte d'émergence interagissent-ils ?

Question de recherche 13c : Comment les interactions entre les paramètres causaux font émerger les mécanismes à l'œuvre ?

4.8.2 Explorer les changements organisationnels résultant de la cybersécurité

Alors que la structuration développée pour le contenu de la Stratégie Industrielle s'appuie sur trois capacités opérationnelles manufacturières, l'étude empirique mise en œuvre indique d'en considérer cinq, en réintégrant le coût et en prenant en compte la cybersécurité. La prise en compte de ces deux capacités manufacturières supplémentaires, surtout la cybersécurité, étend donc le contenu de la Stratégie Industrielle pour mieux l'adapter aux nouveaux enjeux de

³¹⁵ Voir p.167-168 du manuscrit

l'environnement des organisations manufacturières, incluant un niveau particulièrement élevé de risques de sécurité qu'entraîne l'usage de l'IoT et plus généralement les technologies digitales ubiquitaires. Les reconfigurations que réalisent les organisations manufacturières concernant leurs processus en prenant en considération ces aspects supplémentaires entraînent éventuellement d'autres changements au niveau du design organisationnel et des membres de l'organisation, comme noté ci-dessus (p.364). Cependant, les données collectées dans la présente étude renseignent très peu de tels changements. Il y a donc lieu d'approfondir dans des travaux futurs l'investigation des changements organisationnels subséquents aux reconfigurations de processus découlant de la prise en compte de la prise en compte du coût et de la cybersécurité dans la conception de la Stratégie Industrielle. Il a besoin d'expliquer comment ils sont matérialisés par les organisations manufacturières. Nous invitons en conséquence les travaux futurs à examiner les questions suivantes :

Question de recherche 14a : Quels changements organisationnels entraîne la prise en compte du coût dans la Stratégie Industrielle et comment se matérialisent-ils ?

Question de recherche 14b : Quels changements organisationnels entraîne la prise en compte de la cybersécurité dans la Stratégie Industrielle et comment se matérialisent-ils ?

4.9 Conclusion

Cette troisième et dernière partie de notre recherche doctorale se penche sur les reconfigurations de la Stratégie Industrielle que réalisent les organisations manufacturières qui routinisent l'IoT. Les reconfigurations correspondent ici aux modifications, aux recombinaisons, aux réorganisations, aux redéploiements, aux renouvellements que réalisent les organisations (Agarwal & Helfat, 2009 ; Teece, 2007, 2014). Comme elles renvoient aussi aux changements, nous utilisons souvent ces deux termes ensemble ou de manière indifférenciée. Les reconfigurations et les changements qu'explore cette partie concernent les processus manufacturiers, mais aussi le design organisationnel, et les membres de

l'organisation. En prenant en considération l'étendue des reconfigurations et changements réalisables, nous proposons un renouvellement de la structuration du contenu de la théorie de la Stratégie Industrielle. Les analyses que présente cette partie de notre travail explicitent aussi une architecture, une structure causale (Markus & Robey, 1988 ; Markus & Rowe, 2018 ; Rowe & Markus, 2021) des reconfigurations de la Stratégie Industrielle. Une telle structure éclaire de manière étendue le phénomène d'intérêt, de sa source à sa manifestation en explicitant les relations causales à l'œuvre. Elle permet d'éclairer la question de recherche dans cette partie, *comment* est reconfigurée la Stratégie Industrielle par les organisations manufacturières routinisant l'IoT. La structure causale est inférée de manière abductive en s'appuyant sur une étude de cas réaliste critique rigoureuse. Cette étude de cas présente néanmoins plusieurs limites. La première concerne les données exploitées. En effet, une partie des données date de plusieurs années³¹⁶. De telles données rendent ainsi compte de pratiques organisationnelles potentiellement anciennes. L'IoT étant par nature une technologie très dynamique, de même que l'environnement des organisations, des évolutions plus récentes des pratiques et des changements réalisés ont pu échapper à notre analyse. Néanmoins, les changements notés restent encore pertinents comme l'indiquent les rapports d'activité 2020 que nous avons pu consulter. Une deuxième limite concerne le type de processus manufacturier concerné par nos analyses. La présente recherche se focalise sur des organisations manufacturières opérant des processus de production discontinue, qu'on distingue souvent des processus de production continue³¹⁷. Si nos analyses et conclusions sont, dans une certaine mesure, généralisables vers les organisations de production discontinue (Eisenhardt, 1989 ; Tsang, 2014), elles ne correspondent pas aux pratiques de production continue. Une troisième limite est relative à la taille des organisations étudiées. La

³¹⁶ Par exemple, les interviews ont été en majorité réalisées en 2018. Plusieurs articles de presse, rapports d'activités, et vidéos exploités datent de plus de deux ans. Et la crise du Covid a renforcé certaines pratiques digitales et entraîné la mise en place de nouvelles comme des capteurs permettant de surveiller en temps réel le respect de la distanciation physique au sein des usines.

³¹⁷ Process manufacturing. Voir p.321-322

recherche présentée ici n'étudie que des organisations de très grande taille. Ses analyses et ses conclusions correspondent donc peu aux pratiques que mettent en œuvre des organisations manufacturières présentant des tailles intermédiaires et petites. En dépit de ces limites, les analyses que propose l'étude permettent de documenter et d'éclairer le phénomène d'intérêt et d'apporter plusieurs contributions à la littérature actuelle. Elles contribuent par exemple à répondre à plusieurs appels récents (ex. Holmström *et al.*, 2019 ; Koh *et al.*, 2019 ; Olsen & Tomlin, 2020) pour investiguer le renouvellement de la théorie de la Stratégie Industrielle dans le contexte actuel de large diffusion de l'IoT et des technologies digitales. Elles montrent aussi que l'exploitation théorique comme empirique de cette théorie n'est pas à restreindre aux capacités manufacturières ou aux processus. S'intéresser de manière plus approfondie aux pratiques des organisations manufacturières en s'appuyant sur cette théorie est ainsi possible en mobilisant les domaines de choix.

Dans l'architecture du manuscrit, l'étude présentée dans cette troisième partie prolonge les analyses effectuées dans les deux précédentes parties. Ensemble avec la partie 2, elles explorent de manière empirique les deux principales dimensions qu'identifie la première partie pour la valeur de l'IoT pour les organisations. Elle complète aussi les précédentes parties en analysant de manière empirique la matérialisation de la valeur économique qui se reflète ici à travers les améliorations des performances opérationnelles.

Conclusion générale

Résumé

La recherche doctorale que présente ce manuscrit explore la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations en s'appuyant principalement sur la littérature en MSI. Alors que plusieurs travaux (Chan, 2000 ; Soh & Markus, 1995) dans cette discipline soulignent depuis plus de deux décennies que la valeur de la technologie pour les organisations ne peut être restreinte aux améliorations de performances financières, économiques, stratégiques, les contributions les plus influentes à ce jour en systèmes d'information (ex. Grover *et al.*, 2018 ; Melville *et al.*, 2004) conceptualisent toujours la valeur uniquement par le prisme financier, économique, stratégique. Plusieurs travaux sur l'IoT (ex. Adamopoulous *et al.*, 2021 ; Côte-Real *et al.*, 2020) adoptent la même perspective. En conséquence, et à l'instar de Kornberger (2017), la présente recherche s'appuie d'abord sur la philosophie pour présenter l'ontologie du concept de la valeur. En mobilisant particulièrement l'approche de Matthes (2015), elle stipule de manière convergente avec d'autres travaux (Gregor *et al.*, 2006 ; Nielsen & Persson, 2017) que la valeur de la technologie pour les organisations inclut à la fois des considérations universelles, économiques, mesurables, et des considérations idiosyncrasiques, positionnelles, non-économiques et non mesurables. En tenant compte de cette analyse ontologique, nous identifions deux principales dimensions pour la valeur de l'IoT. Chacune d'elle est ensuite explorée de manière empirique. La recherche que présente ce manuscrit explore ainsi de manière approfondie la valeur de cette technologie pour les organisations. Notre recherche explicite aussi les paramètres et les mécanismes causaux de la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations. Ce faisant, nous apportons plusieurs contributions à la littérature actuelle. Nous développons notamment une nouvelle conceptualisation, réaliste et holistique, de la valeur de l'IoT, et plus largement de la technologie. Nous identifions aussi son contexte d'émergence et sa structure causale. Ces éléments sont discutés dans cette partie conclusive du manuscrit.

Mots clés : IoT, Valeur pour les organisations, Conceptualisation, Structure causale, Contexte d'émergence

En management des systèmes d'information (MSI), la valeur de la technologie est un axe de recherche classique. De très nombreux travaux théoriques comme empiriques y explorent la valeur des TIs pour les individus, les groupes sociaux, les organisations, la société en général, participant ainsi aux différentes conversations structurant cette thématique faîtière de recherche. Cela dit, les enseignements que proposent ces travaux n'épuisent pas encore les questions fil rouge comme *qu'est-ce que la valeur de la technologie, comment se matérialise-t-elle*. Le débat se poursuit donc au sein de la discipline. Les technologies étant par nature très dynamiques (mises à jour entraînant des usages nouveaux, nouvelles technologies, nouvelles fonctionnalités, nouveaux standards, etc.), et l'environnement étant très évolutif (nouveaux concurrents s'appuyant sur des approches nouvelles, évolution des demandes des clients, évolution de la réglementation, chocs externes, etc.), les utilisateurs font souvent aussi évoluer leurs pratiques. Cela invite en conséquence la communauté du MSI à poursuivre les investigations pour faire évoluer la connaissance disponible, proposer de nouvelles théories (Burton-Jones *et al.*, 2021), développer de nouvelles approches (Baskerville *et al.*, 2020), éclairer la pratique, etc. Le présent travail s'inscrit dans cette dynamique et contribue au débat sur la valeur de la technologie. Il se focalise sur une technologie, l'IoT, dont il examine la valeur pour un type d'utilisateurs, les organisations.

La recherche doctorale que présente le manuscrit examine la question suivante : *Comment les organisations réalisent-elles de la valeur dans le cadre de l'usage de l'IoT ?* Pour investiguer cette question, le travail s'appuie sur trois études complémentaires permettant d'explorer de manière approfondie et étendue la valeur de l'IoT que peuvent concrétiser les organisations. Dans cette partie conclusive, nous proposons une discussion combinant les analyses que présentent les trois études. Elle s'articule autour de quatre points : 1- la conceptualisation de la valeur de l'IoT pour les organisations, 2- la structure causale de la réalisation de la valeur de l'IoT, 3- les contributions, 4- les limites et voies de recherche.

5.1 La conceptualisation de la valeur de l'IoT

Melville *et al.* (2004), dont la contribution sur la valeur des TIs pour les organisations est la plus influente à ce jour en MSI³¹⁸, focalisent leur conceptualisation de la valeur sur les performances et les impacts en termes d'efficacité et de compétitivité (p.287). Dans le même ordre d'idées, Schryen (2013), une autre contribution influente de cet axe de recherche en MSI présente la valeur comme « l'impact des investissements dans des actifs SIs particuliers sur la performance et les capacités multidimensionnelles des entités économiques à différents niveaux, complété par l'importance ultime de la performance dans l'environnement économique » (p.141). Comme on peut le constater, ces deux définitions de la valeur de la technologie mettent fortement l'accent sur les aspects économiques et mesurables. Selon les conceptualisations que proposent ces travaux influents, la valeur de la technologie pour les organisations ne peut être réalisée, en définitive, que par l'amélioration ou la maximisation des performances opérationnelles et organisationnelles, l'accroissement de la rente économique. Melville *et al.* (2004 p.288) et Kohli & Grover (2008 p.25) excluent même du champ de l'étude de la valeur de la technologie pour les organisations les travaux ne prenant pas explicitement en compte et en dernier ressort les améliorations des performances économiques réalisées³¹⁹. Nous pensons que de telles approches conceptuelles sont loin de refléter la réalité de la valeur de la technologie dans le contexte organisationnel. Gregor *et al.* (2006) soulignent dans ce sens que la conceptualisation de la valeur des TIs que proposent Melville et collègues « devrait être étendue pour inclure une dimension de transformation organisationnelle » (p.252). Nielsen & Persson (2017) notent de manière cohérente que la définition que propose Schryen est « limitée à la vision économique et monétaire » (p.67). Les deux académiques appellent donc à prendre aussi en compte « des attributs moins tangibles et mesurables » (p.67). Ces positions que défendent Gregor *et al.* (2006) et Nielsen & Persson

³¹⁸ En tenant compte uniquement des travaux parus dans les huit revues référencées par l' AIS

³¹⁹ Voir p.84,86 du manuscrit

(2017) sont cohérentes avec la conceptualisation de la valeur de l'IoT que développe la présente recherche. La vie des organisations n'étant pas restreinte à la maximisation de la rente économique, il nous semble peu réaliste de réduire le concept de la valeur de la technologie uniquement aux améliorations des performances financières, économiques, stratégiques. De plus, le management des systèmes d'information étant une discipline sociotechnique (Sarker *et al.*, 2019), la valeur de la technologie doit aussi refléter selon nous des aspects humanistes. En prenant en considération de tels éléments, la valeur correspond par exemple à l'ensemble des conséquences perçues et résultant de la routinisation de la technologie (Chesbrough *et al.*, 2018 p.932). Dans cette définition que proposent Chesbrough et collègues, nous souhaitons insister sur le groupe de mots « ensemble des conséquences », en précisant toutefois qu'on fait référence ici à des conséquences positives, bénéfiques pour l'organisation. Ce groupe de mots souligne que la valeur renvoie à plusieurs bénéfices potentiels que l'usage de la technologie permet de concrétiser, et pas uniquement au bénéfice de type économique. En conséquence, en nous appuyant sur la littérature (Chan, 2000 ; Gregor *et al.*, 2006 ; Hensen & Dong, 2020), nous identifions deux principales dimensions de la valeur de l'IoT que peuvent réaliser les organisations : 1- les reconfigurations et les changements de processus, 2- les changements organisationnels. Chacune de ces dimensions est légitime en tant que valeur de la technologie réalisable par les organisations (Chan, 2000 ; Gregor *et al.*, 2006). Chaque dimension peut inclure plusieurs sous-dimensions comme synthétisé sur la Figure 5.1. Et chaque sous-dimension peut donner lieu à plusieurs autres formes de valeur, toutes légitimes et potentiellement finales. Par exemple, la transformation organisationnelle que mentionnent Gregor *et al.* (2006), qui correspond à une sous-dimension dans notre conceptualisation, peut inclure plusieurs formes de valeurs. La troisième partie du manuscrit indique notamment que la routinisation de l'IoT entraîne pour les organisations manufacturières investiguées la réduction de la taille des équipes support, la réduction des

effectifs des membres en première ligne, la réalisation de la montée en expertise des membres en première ligne s'accompagnant de leur autonomisation, la concrétisation de processus décisionnels combinant rationalité et heuristique, la matérialisation de schémas organisationnels plus plats, la refonte des missions de certains départements, etc.

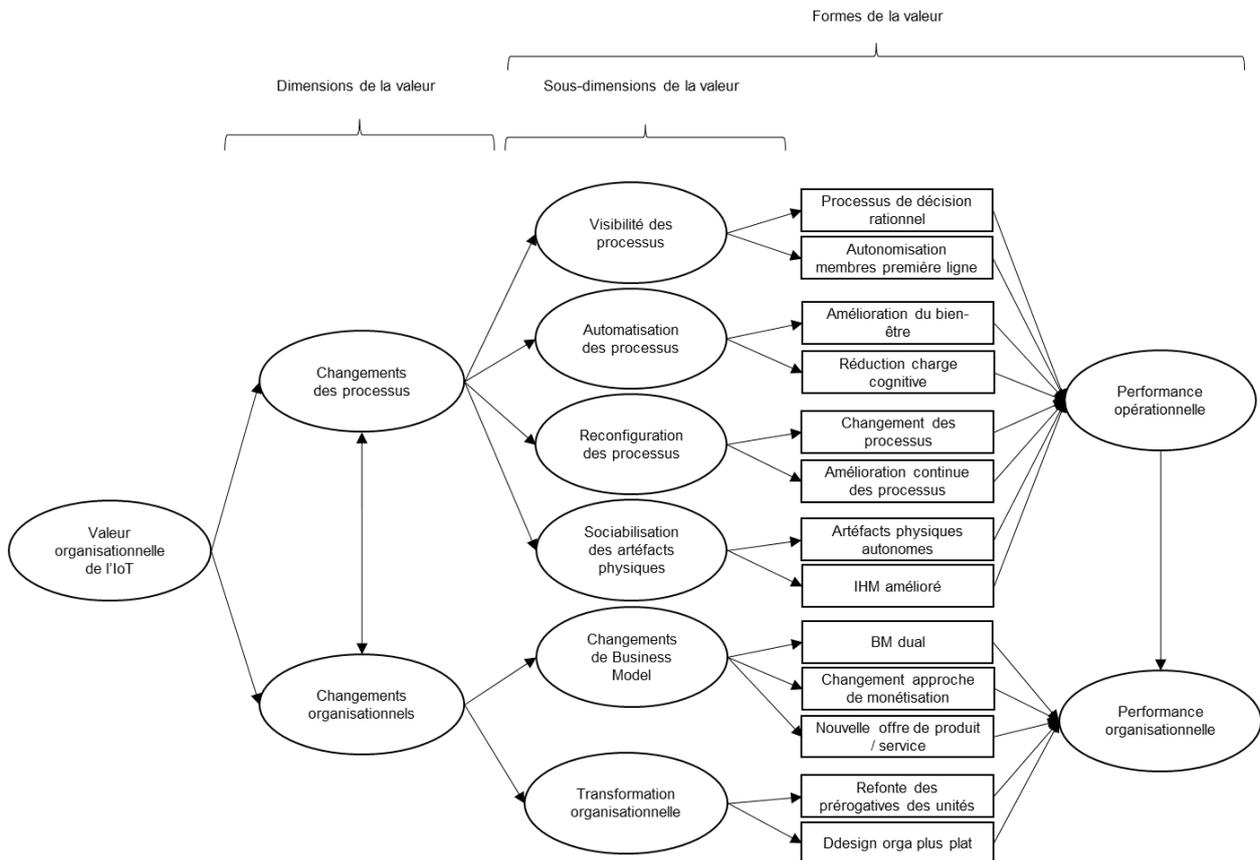


Figure 5.1 : Architecture de la valeur de l'IoT pour les organisations³²⁰

Tous ces changements bénéfiques pour l'organisation qu'entraîne l'IoT correspondent à autant de formes de la valeur de cette technologie. Ces formes de la valeur peuvent être considérées comme finales, c'est-à-dire qu'elles n'entraînent pas ensuite des améliorations de performances économiques mesurables, comme le rappellent à juste titre Kohli & Devaraj (2003)³²¹. Dans le même temps, selon les particularismes des organisations, ces différentes formes de valeur peuvent aussi entraîner des améliorations des performances économiques.

³²⁰ Les éléments rattachés ici aux sous-dimensions sont juste illustratifs. Les formes de valeur ne peuvent être restreintes à ces éléments.

³²¹ Voir p.86 du manuscrit

En d'autres termes, la valeur de l'IoT, et de la technologie en général, est un construit instable. Son instanciation est fonction des contextes propres à l'organisation, et ne peut alors reposer uniquement et de manière déterministe sur des paramètres économiques universels. Markus & Robey (1988 p.589-590) rappellent à cet effet que la matérialisation des impacts ou bénéfiques de la technologie a une forme d'émergence³²² et un caractère aléatoire³²³. La valeur de l'IoT est également un construit multidimensionnel incluant plusieurs formes de valeurs. Notre travail examine chacune des deux principales dimensions du construit au moyen de deux études empiriques. L'étude empirique présentée dans la deuxième partie explore les changements du BM, une sous-dimension des changements organisationnels. Cette étude met en lumière deux principales formes de changements de BM qu'entraîne la routinisation de l'IoT : le BM dual, et la reconfiguration de la création de valeur. L'étude empirique dans la troisième partie du manuscrit investigate à la fois les reconfigurations et les changements de processus, et la transformation organisationnelle. Concernant les processus, cette étude met en évidence que la routinisation de l'IoT entraîne pour les organisations la matérialisation de la surveillance dynamique des processus, de la maintenance conditionnelle, de la réduction de la charge cognitive pour les opérateurs, d'interfaces homme-machine plus fluides, etc. Les éléments relatifs à la transformation organisationnelle ont été mentionnés ci-dessus (design organisationnel plat, refonte des périmètres de certains départements, etc.).

5.2 La structure causale de la réalisation de la valeur de l'IoT

Comme mentionné précédemment, le but de notre travail est de comprendre la réalisation de la valeur découlant de l'usage de l'IoT dans le contexte organisationnel. Bien que le phénomène d'intérêt qu'examine le manuscrit soit la réalisation de la valeur de l'IoT, focalisons-nous un instant sur le terme « comprendre » qui a son importance pour le propos

³²² « Les usages et les conséquences de la TI émergent de manière imprévisible d'interactions sociales complexes » (Markus & Robey, 1988 p.588)

³²³ « La chance et les événements aléatoires jouent un rôle » dans la manifestation des conséquences de l'usage de la technologie. « Les résultats (attendus) peuvent ne pas se produire ». (Markus & Robey, 1988 p.590)

que développe le manuscrit. Selon Merriam-Webster³²⁴, le terme « comprendre » signifie savoir comment fonctionne ou se produit quelque chose³²⁵. Il intervient en miroir à la question *comment ?* à laquelle s'intéresse notre recherche. « Comprendre » présente plusieurs synonymes ou termes connexes tels que « expliquer », « éclairer » (Hassan & Willcocks, 2021 p.23). Il implique d'explicitier la relation de cause à effet. Pour revenir à notre phénomène d'intérêt, comprendre la réalisation de la valeur de l'IoT (pour les organisations) implique donc d'expliquer comment elle se produit, d'explicitier la relation de cause à effet sous-jacente. Cela nous renvoie à l'architecture ou à la structure causale (Markus & Robey, 1988 ; Rowe & Markus, 2021 ; Wynn & Williams, 2012) ou encore à la théorie explicative (Gregor, 2006). En effet, la théorie explicative peut valablement aussi être qualifiée de théorie de la compréhension (Gregor, 2006 p.624). La question centrale à notre travail étant « *comment ?* », les trois études qu'il propose s'intéressent donc à la causalité, aux mécanismes à l'œuvre et conduisant à la concrétisation de la valeur de l'IoT par les organisations. La troisième étude explicite les paramètres dotés de force causale dont l'action et les interactions conduisent les organisations à acquérir et à routiniser l'IoT. Ces paramètres sont autant internes qu'externes aux organisations et renvoient dans une certaine mesure au contexte socio-technique complexe auquel fait référence la littérature sur la causalité (Markus & Robey, 1988 p.588 ; Paré *et al.*, 2008 p.405) et duquel émerge l'usage de la technologie et de ses effets. Ils définissent en effet la trajectoire de routinisation de l'IoT. L'orchestration de la routinisation selon cette trajectoire permet de concrétiser la valeur telle que conceptualisée dans la première partie du manuscrit. L'architecture causale mentionnée ici est synthétisée sur la Figure 5.2. Dans une certaine mesure, cette figure correspond à la structure causale globale que fait émerger notre recherche concernant la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations.

³²⁴ Merriam-Webster.com/dictionary consulté le 09 novembre 2021

³²⁵ “To know how (something) works or happens”. Il s'agit bien entendu de l'une seulement des significations du terme.

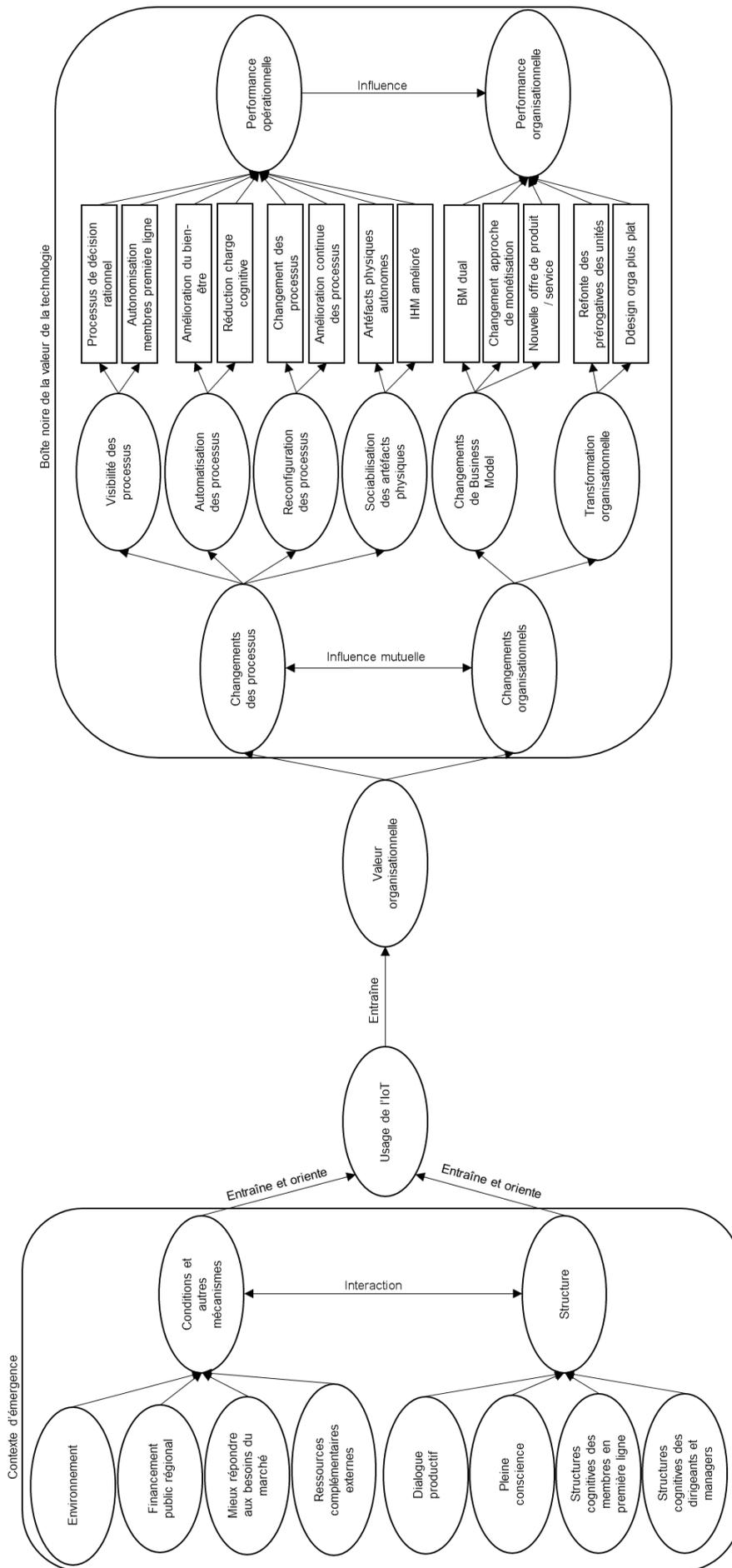


Figure 5.2 : Structure causale de la réalisation de la valeur de l'IoT

Elle synthétise les analyses que présentent les trois parties du manuscrit et permet d’approcher le phénomène d’intérêt de manière étendue et approfondie. À notre connaissance, la littérature actuelle n’éclaire pas encore la réalisation de la valeur de la technologie suivant une telle approche globale. Les approches conceptuelles influentes en MSI se focalisent sur la perspective économique en considérant les changements de processus (Kohli & Grover, 2008 ; Melville *et al.*, 2004) uniquement comme des paramètres médiateurs. D’autres travaux (Chan, 2000 ; Gregor *et al.*, 2006) examinent surtout la dimension des changements organisationnels. Hensen & Dong (2020) évoquent brièvement les deux dimensions (processus, design organisationnel) sans les examiner de manière approfondie. Et aucun des travaux mentionnés ci-dessus ne s’intéresse au contexte d’émergence de la valeur de la technologie.

L’approche de théorisation choisie dans le manuscrit étant de type EP (explicatif et prédictif) en s’appuyant sur la taxonomie que présente Gregor (2006), plusieurs propositions testables sont formulées dans chacune des trois parties pour compléter les analyses et développements théoriques effectués.

5.3 Les contributions de notre travail de recherche

Les analyses que proposent les deux sections précédentes évoquent déjà par certains aspects les contributions qu’apporte notre recherche doctorale à la littérature. Néanmoins, elles sont présentées de manière plus complète dans la présente section. Toutefois, commençons par rappeler la signification des *contributions* selon la littérature en MSI et leur importance pour toute recherche. Par exemple, Ågerfalk & Karlsson (2021) expliquent que la contribution peut être « considérée comme un élément qui fait progresser notre compréhension d’une pratique étudiée et qui pourrait améliorer la pratique étudiée elle-même. Bien que l’amélioration ne soit pas toujours nécessaire, l’avancement est indispensable – une contribution est une contribution en raison de son originalité et de sa nouveauté » (p.56). Ils ajoutent (p.57) que

« affirmer qu'une recherche apporte une contribution, c'est affirmer qu'elle ajoute quelque chose » à la connaissance actuelle. Leidner (2020 p.239) avance de manière cohérente qu'une contribution correspond à un apport qui capte l'attention et suscite réflexion chez le lecteur. Dans le même ordre d'idées, Straub (2009 p.v) indique que la contribution correspond à une perspective nouvelle concernant un problème ancien.

En tout état de cause, la contribution qu'apporte une recherche est considérée comme centrale pour juger de sa recevabilité, pour prononcer son acceptabilité³²⁶ (Ågerfalk & Karlsson, 2021 ; Leidner, 2020 ; Straub, 2009). Elle est un paramètre important que doit prendre en compte toute recherche. En conséquence, il est important que nous explicitions les contributions de la recherche doctorale que présente le manuscrit. La littérature (Ågerfalk & Karlsson, 2021 ; Leidner, 2020 ; Straub, 2009) distingue plusieurs types de contributions que peut proposer une recherche académique. Cependant, un type est considéré comme crucial et est particulièrement attendu : la contribution théorique. « Dans une recherche en MSI, la contribution attendue est typiquement une contribution théorique » note par exemple Ågerfalk & Karlsson (2021 p.57). De manière similaire, Straub (2009 p.vi) écrit que « la théorie est reine et c'est dans l'évaluation de la contribution théorique que la plupart des évaluateurs sont convaincus, ou non ». Partant, le présent travail doctoral met particulièrement l'accent sur le développement théorique. Comme le recommande Straub, nous proposons dans le manuscrit une perspective nouvelle, en l'occurrence une conceptualisation multidimensionnelle, pour éclairer un phénomène d'intérêt classique en MSI, la réalisation de la valeur de la technologie pour les organisations. Dans le tableau 5.1, nous rappelons les contributions théoriques que propose de notre travail, en nous appuyant sur les différentes parties du manuscrit. Nous rappelons aussi les autres contributions du travail en nous inspirant de la taxonomie que développe Leidner (2020) qui énumère cinq types possibles de contribution. Ils concernent la

³²⁶ Notamment pour publication

théorie, la méthodologie, la littérature, le phénomène d'intérêt, le style rédactionnel. Tous ne sont pas pris en compte dans notre travail.

	Ce qu'en dit la littérature	La prise en compte dans notre recherche
La théorie	<p>La contribution théorique correspond à proposer une nouvelle perspective, une nouvelle manière d'interpréter un phénomène (Leidner, 2020 p.240 ; Straub, 2009 p.v). Cela revient à analyser, expliquer, ou prédire un phénomène de manière différente (Ågerfalk & Karlsson, 2021 p.64). La contribution théorique peut prendre plusieurs formes : tester une théorie, combler une lacune dans une théorie, contextualiser une théorie, étendre une théorie, importer une théorie en MSI, développer une théorie, modifier la théorie, modifier des parties de la théorie, etc. (Ågerfalk & Karlsson, 2021 p.64 ; Leidner, 2020 p.240).</p>	<p>En prenant en considération les éclairages ci-contre, notre travail apporte plusieurs contributions théoriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nous développons une nouvelle conceptualisation de la valeur de l'IoT, et de la technologie en général, pour les organisations. Elle propose une approche multidimensionnelle de la valeur et souligne son caractère émergent (tenant compte des idiosyncrasies de l'organisation) et instable (non déterministe). - Nous nous appuyons sur la littérature en philosophie (Lewis, 1946 ; Matthes, 2015 ; Scheffler, 2010) pour souligner en MSI l'importance de la prise en compte de la valorisation positionnelle pour conceptualiser la valeur de la technologie pour les organisations. - Nous identifions un contexte socio-technique duquel émerge l'usage de l'IoT et la réalisation de la valeur qui s'ensuit. Les littératures sur le réalisme critique (Mingers, 2004 ; Sayer, 2000 ; Wynn & Williams, 2020) et la causalité (Markus & Robey, 1988 ; Paré <i>et al.</i>, 2008) appellent souvent à proposer ce type d'éclairage pour rendre compte plus <i>fidèlement</i> (Markus & Robey, 1988 p.588) de l'usage de la technologie et des bénéfices, des changements qu'elle entraîne. <p>De manière plus spécifique aux différentes parties du manuscrit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nous développons un cadre théorique expliquant les changements de Business Model, comblant ainsi une lacune souvent pointée par la littérature (Foss & Saebi, 2017 ; Pateli & Giaglis, 2004) - Nous développons une nouvelle structuration pour le contenu de la Stratégie Industrielle, davantage en phase avec la large diffusion actuelle de technologies digitales comme l'IoT. Ce faisant, nous contribuons à répondre à plusieurs appels (Baiyere <i>et al.</i>, 2020 ; Holmström <i>et al.</i>, 2019 ; Koh <i>et al.</i>, 2019) pour réexaminer les théories classiques face à l'accélération des technologies ubiquitaires.
La méthodologie	<p>La contribution méthodologique consiste à présenter des méthodes particulièrement rigoureuses et/ou innovantes (Leidner, 2020 p.240). Elle peut se traduire par des sources de données nouvelles et/ou intéressantes, de nouvelles approches d'analyse des données, la combinaison d'approches méthodologiques de manière inédite (p.241).</p>	<p>En nous fondant sur les explications de Leidner, nous soulignons ici deux contributions méthodologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour notre première étude empirique (deuxième partie), nous développons une procédure mixte nouvelle et rigoureuse de méta-analyse. Elle combine une approche qualitative abductive et une approche calculatoire ordinale pour compléter les procédures actuelles (Combs <i>et al.</i>, 2019). - Pour notre deuxième étude empirique (troisième partie), nous mettons en œuvre une démarche rigoureuse d'étude cas réaliste critique. Pour cette étude, la prise en compte des paramètres de rigueur (Eisenhardt, 1989 ; Gibbert <i>et al.</i>, 2010) permet de compléter le travail de Tsang (2014) sur la généralisabilité et la théorisation à partir d'études de cas réalistes critiques.
Les littératures qu'exploite la recherche	<p>Pour cette forme de contribution, Leidner (2020 p.241) recommande de synthétiser et de combiner les enseignements de différentes littératures pour développer un cadre captivant et nouveau dans lequel l'étude est positionnée. Elle explique que prendre en compte ensemble différentes littératures est ce qui rend unique et intéressant les cadres qui en résultent.</p>	<p>Notre manuscrit prend en compte cette recommandation de Leidner dans ses trois parties :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La première partie synthétise et combine les littératures sur les Capacités Dynamiques (Teece <i>et al.</i>, 1997) et le PFI (Teece, 1986) pour développer un cadre théorique expliquant la réalisation de la valeur de l'IoT. - La deuxième partie intègre les littératures sur le PFI (Teece, 1986) et les ressources (Penrose, 1959) pour expliquer les changements de BM qu'entraîne l'IoT. - La troisième partie combine des enseignements sur les Capacités Dynamiques (Teece <i>et al.</i>, 1997), le PFI (Teece, 1986) et la Stratégie Industrielle (Skinner, 1969) pour expliquer les reconfigurations de la Stratégie Industrielle qu'entraîne l'IoT.

(Suite)

Le phénomène d'intérêt	Proposer un apport concernant le phénomène d'intérêt consiste à pouvoir ancrer le phénomène dans un problème réel auquel sont confrontées les organisations ou la société en général (Leidner, 2020 p.241). Cette forme de contribution peut conduire à une généralisation théorique ou empirique (Ågerfalk & Karlsson, 2021 p.64).	Le phénomène d'intérêt qu'examine notre recherche concerne la réalisation de la valeur de l'IoT. Ce phénomène correspond à un problème réel de la vie des organisations. L'étude de ce phénomène s'inscrit dans l'axe classique de la recherche en MSI explorant la valeur de la technologie pour les individus, les groupes sociaux, les organisations, la société.
Le style de rédaction	Une contribution de cette nature se reflète à travers un style rédactionnel distinctif, une prose particulièrement élégante (Leidner, 2020 p.241).	—

Tableau 5.1 : Les contributions de notre recherche doctorale

Au-delà de ces contributions sur lesquelles insiste la littérature (Ågerfalk & Karlsson, 2021 ; Leidner, 2020 ; Straub, 2009), notre recherche apporte aussi plusieurs contributions pour les praticiens. Nous attirons notamment leur attention sur la nécessité de ne pas restreindre l'évaluation des investissements technologiques actuels ou futurs des organisations (voir par ex. Tallon, 2014) uniquement aux mesures des contributions des technologies aux performances économiques. Comme le souligne un répondant dans la troisième partie³²⁷, la prise en compte de la contribution en termes d'améliorations des processus est aussi essentielle. Des aspects comme le bien-être des membres de l'organisation sont aussi clés comme l'illustrent les cas que présentent Markus (2004) et Østerlie & Monteiro (2020). Pour les praticiens, nous présentons aussi l'architecture causale de la réalisation de la valeur de l'IoT. Elle attire leur attention sur la nécessité de ne pas se focaliser uniquement sur la technologie dans une approche déterministe (Markus & Robey, 1988 ; Paré *et al.*, 2008). Les aspects comme la cognition et le dialogue sont aussi importants, de même que le marché, l'environnement, le contexte spécifique de l'organisation. En dépit de ces différentes contributions, notre travail présente plusieurs limites que nous évoquons ci-dessous.

³²⁷ Voir p.349 du manuscrit

5.4 Limites et voies de recherche

Comme tout travail de recherche, les analyses que propose ce manuscrit présente plusieurs limites découlant, entre autres, du design de la recherche. Nous en discutons dans cette dernière section et soulignons qu'elles constituent en même temps des voies de recherche pour poursuivre ou prolonger les développements que propose le manuscrit.

La première limite tient de la relativité de nos analyses. La littérature (Horgan & Timmons, 2002 ; Mingers *et al.*, 2013) parle de relativité conceptuelle ou épistémique. En effet, bien qu'examinant de manière étendue et approfondie la valeur de l'IoT en tant que réalité indépendante, nous sommes conscients que nos analyses ne couvrent pas, et ne peuvent couvrir l'entièreté de la réalité de la valeur de cette technologie pour les organisations. Les travaux sur le réalisme critique (Easton, 2010, Wynn & Williams, 2012) le rappellent très bien : seule une partie de la réalité peut être examinée. En d'autres termes, des explications concurrentes, complémentaires, de la réalité de la valeur de l'IoT pour les organisations peuvent être développées sans que cela n'invalide les développements effectués ici. Mingers & Standing (2020 p.119) soulignent en cohérence l'approche pluraliste de la vérité. Plus généralement, plusieurs académiques (Rowe & Markus, 2021 ; Weick, 1989) encouragent la diversité des analyses, la proposition de théories alternatives car ce sont des moyens de faire avancer la connaissance concernant un phénomène d'intérêt.

Une deuxième limite de notre travail est relative aux insuffisances de la conceptualisation de la valeur de l'IoT développée. Si nous discutons bien des interactions entre les deux dimensions de la conceptualisation, les interrelations entre les sous-dimensions de la valeur, entre les formes de la valeur, ne sont pas éclairées. Chan (2000) mentionne aussi des interrelations éventuelles entre différentes unités d'analyses comme les individus, les groupes, les organisations. L'examen de telles interrelations est similaire à l'approche dynamique que présente la littérature sur la causalité (Markus & Robey, 1988 ; Paré *et al.*, 2008) qui

recommande de mobiliser de manière conjointe plusieurs niveaux d'analyses pour rendre compte plus fidèlement des usages de la technologie et de ses conséquences. De même Gregor *et al.* (2006) notent qu'il existe des interrelations complexes concernant la matérialisation de la valeur de la technologie pour les organisations. Autrement dit, une part importante de ce qui se passe dans la boîte noire de la valeur reste inexplorée.

Une troisième limite de notre travail concerne la taille des organisations que nous analysons. Les littératures sur lesquelles nous nous appuyons, de même que les études empiriques que nous mettons en œuvre, ne s'intéressent qu'à de grandes organisations. En un mot, nos explications de la réalisation de la valeur de l'IoT ne peuvent potentiellement être étendues aux organisations de taille plus modeste.

En même temps, ces limites représentent autant de voies de recherche pour des travaux futurs. De futures contributions sont ainsi invitées à présenter des explications concurrentes de la valeur de l'IoT, et de la technologie en général, pour les organisations, en dépassant toutefois la focalisation sur les améliorations de performances financières, économiques, stratégiques. De futurs travaux sont également invités à explorer d'autres interrelations entre les dimensions, sous-dimensions, formes présentes dans la boîte noire de la valeur. Enfin, d'autres travaux sont appelés à documenter de manière étendue et approfondie la réalisation de la valeur de l'IoT et sa causalité pour les organisations de taille plus modeste.

Liste des références

- Abbate T., Cesaroni F., Cinici M.C., Villari M. (2019) “Business Model for Developing Smart Cities. A Fuzzy Set Qualitative Comparative Analysis of an IoT Platform”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 142, p.183-193.
- Abdelkafi N., Makhotin S., Posselt T. (2013) “Business Model Innovations for Electric Mobility – What Can Be Learned from Existing Business Model Patterns?”, *International Journal of Innovation Management*, vol. 17, n°1, 1340003.
- Abrahamson E. (1991) “Managerial Fads and Fashions: The Diffusion and Rejection of Innovations”, *Academy of Management Review*, vol. 16, n°3, p.586-612.
- Adam E.E.Jr, Swamidass P.M. (1989) “Assessing Operations Management from a Strategic Perspective”, *Journal of Management*, vol. 15, n°2, p.181-203.
- Adamopoulos P., Todri V., Ghose A. (2021) “Demand Effects of the Internet-of-Things Sales Channel: Evidence from Automating the Purchase Process”, *Information Systems Research*, vol. 32, n°1, p.238-267.
- Adner R., Helfat C.E. (2003) “Corporate Effects and Dynamic Managerial Capabilities”, *Strategic Management Journal*, vol. 24, n°10, p.1011-1025.
- Affogbolo R. (2020) “L’usine du futur de PSA” in C. Godé, M. Bidan (Eds), *Cas en management des systèmes d’information : Etudes de cas – DSCG5*, EMS, Caen, France, p.129-144.
- Affogbolo R., Gauzente C., Kuntz P. (2019) “Fiabilité du système de production industrielle grâce à l’IoT – proposition théorique et exploration empirique”, *XXIVème Conférence de l’AIM*, 3-5 Juin, Nantes.
- Agarwal R., Helfat C.E (2009) “Strategic Renewal of Organizations”, *Organization Science*, vol. 20, n°2, p.281-293.
- Agarwal A., Shankar R., Tiwari M.K. (2007) “Modeling Agility of Supply Chain”, *Industrial Marketing Management*, vol. 36, n°4, p.443-457.
- Ågerfalk P.J., Karlsson F. (2021) “Theoretical, Empirical, and Artefactual Contributions in Information Systems Research: Implications Implied” in N.R. Hassan and L.P. Willcocks (Eds), *Advancing Information Systems Theories: Rationale and Processes*, Palgrave Macmillan, Cham, Switzerland, p.53-73.
- Akhtar P., Khan Z., Tarba S., Jayawickrama U. (2018) “The Internet of Things, Dynamic Data and Information Processing Capabilities, and Operational Agility”, *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 136, p.307-316.
- Al-Debei M.M., Avison D. (2010) “Developing a Unified Framework of the Business Model concept”, *European Journal of Information Systems*, vol. 19, n°3, p.359-376.
- Alavian P., Eun Y., Meerkov S.M., Zhang L. (2020) “Smart Production Systems: Automating Decision-making in Manufacturing Environment”, *International Journal of Production Research*, vol. 58, n°3, p.828-845.
- Almklov P.G., Østerlie T., Haavik T.K. (2014) “Situating with Infrastructures: Interactivity and Entanglement in Sensor Data Interpretation”, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 15, n°5, p.263-286.
- Aloysius J.A., Deck C., Farmer A. (2013) “Sequential Pricing of Multiple Products: Leveraging Revealed Preferences of Retail Customers online and with Auto-ID Technologies”, *Information Systems Research*, vol. 24, n°2, p.372-393.
- Alter S. (2008) “Defining Information Systems as Work Systems: Implications for the IS Field”, *European Journal of Information Systems*, vol. 17, n°5, p.448-469.
- Amit R., Zott C. (2001) “Value Creation in E-business”, *Strategic Management Journal*, vol. 22, n°6-7, p.493-520.
- Ancarani A., Di Mauro C., Legenvre H., Cardella M.S. (2019) “Internet of Things Adoption: A Typology of Projects”, *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 40, n°6, p.849-872.
- Archer M., Bhaskar R., Collier A., Lawson T., Norrie A. (1998) *Critical Realism – Essential Readings*, Routledge, London.
- Ardito L., D’Adda D., Petruzzelli A.M. (2018) “Mapping Innovation Dynamics in the Internet of Things Domain: Evidence from Patent Analysis”, *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 136, p.317-330.
- Armstrong C.P., Sambamurthy V. (1999) “Information Technology Assimilation in Firms: The Influence of Senior Leadership and Infrastructures”, *Information Systems Research*, vol. 10, n°4., p.304-327.
- Arnold C., Kiel D., Voigt K-I. (2016) “How the Industrial Internet of Things Changes Business Models in Different Manufacturing Industries”, *International Journal of Innovation Management*, vol. 20, n°8, 1640015.

- Asif M. (2020) “Are QM Models Aligned with Industry 4.0? A Perspective on Current Practices”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 258, 120820.
- Atzori L., Iera A., Morabito G. (2010) “The Internet of Things: A Survey”, *Computer Networks*, vol. 54, n°15, p.2787-2805.
- Audi R. (2006) “Philosophy” in D. Borchert (ed), *Encyclopedia of Philosophy*, Thomson Gale, Farmington Hills, USA, vol. 7, p.325-337.
- Avison D., Malaurent J. (2014) “Is Theory King?: Questioning the Theory Fetish in Information Systems”, *Journal of Information Technology*, vol. 29, n°4, p.1-10.
- Baars H., Gille D., Strüker J. (2009) “Evaluation of the RFID Applications for Logistics: A Framework for Identifying, Forecasting, and Assessing Benefits”, *European Journal of Information Systems*, vol. 18, n°6, p.578-591.
- Bacharach S.B. (1989) “Organizational Theories: Some Criteria for Evaluation”, *Academy of Management Review*, vol. 14, n°4, p.496-515.
- Baden-Fuller C., Haefliger S. (2013) “Business Models and Technological Innovation”, *Long Range Planning*, vol. 46, n°6, p.419-426.
- Baiyere A., Salmela H., Tapanainen T. (2020) “Digital Transformation and the New Logics of Business Process Management”, *European Journal of Information Systems*, vol. 29, n°3, p.238-259.
- Baiyere A., Topi H., Venkatesh V., Wyatt J., Donnellan B. (2021) “Internet of Things (IoT) – A Research Agenda for Information Systems”, *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 47, p.564-589.
- Bardaki C., Kourouthanassis P., Pramataris K. (2011) “Modeling the Information Completeness of Object Tracking Systems”, *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 20, n°3, p.268-282.
- Barnard R., Horgan T. (2013) “The Synthetic Unity of Truth” in N.J.L.L. Pedersen and C.D. Wright (eds), *Truth and Pluralism – Current Debates*, Oxford University Press, New York, USA, p.180-196.
- Barney J.B. (1991) “Firm Resources and Sustained Competitive Advantage”, *Journal of Management*, vol. 17, n°1, p.99-120.
- Barney J.B. (1995) “Looking Inside for Competitive Advantage”, *Academy of Management Executive*, vol. 9, n°4, p.49-61.
- Barney J.B. (2018) “Why Resource-based Theory’s Model of Profit Appropriation must Incorporate a Stakeholder Perspective”, *Strategic Management Journal*, vol. 39, n°13, p.3305-3325.
- Barreto I. (2010) “Dynamic Capabilities: A Review of Past Research and an Agenda for the Future”, *Journal of Management*, vol. 36, n°1, p.256-280.
- Barthélemy J.P., Monjardet B. (1981) “The Median Procedure in Cluster Analysis and Social Choice Theory”, *Mathematical Social Sciences*, vol. 1, n°3, p.235-267.
- Barua A., Konana P., Whinston A. (2004) “An Empirical Investigation of Net-Enabled Business Value”, *MIS Quarterly*, vol. 28, n°4, p.585-620.
- Barua A., Kriebel C.H., Mukhopadhyay T. (1995) “Information Technologies and Business Value: An Analytic and Empirical Investigation”, *Information Systems Research*, vol. 6, n°1, p.3-23.
- Barua A., Mani D. (2018) “Reexamining the Market Value of Information Technology Events”, *Information Systems Research*, vol. 29, n°6, p.225-240.
- Baskerville R.L., Myers M.D., Yoo Y. (2020) “Digital First: The Ontological Reversal and New Challenges for Information Systems Research”, *MIS Quarterly*, vol. 44, n°2, p.509-523.
- Baum J.A.C., Haveman H.A. (2020) “Editors’ Comments: The Future of Organizational Theory”, *Academy of Management Review*, vol. 45, n°2, p.268-272.
- Baumgartner W., Pasquerella L. (2004) “Brentano’s Value Theory: Beauty, Goodness, and the Concept of Correct Emotion” in D. Jacquette (ed), *The Cambridge Companion to Brentano*, Cambridge University Press, Cambridge, USA, p.220-236.
- Becker J., Niehaves B. (2007) “Epistemological Perspectives on IS Research: A Framework for Analysing and Systematizing Epistemological Assumptions”, *Information Systems Journal*, vol. 17, n°2, p.197-214.
- Belussi F., Orsi L., Savarese M. (2019) “Mapping Business Model Research: A Document Bibliometric Analysis”, *Scandinavian Journal of Management*, vol. 35, n°3, 101048.
- Benbasat I., Goldstein D.K., Mead M. (1987) “The Case Research Strategy in Studies of Information Systems”, *MIS Quarterly*, vol. 11, n°3, p.369-386.
- Bertilsson T.M. (2004) “The Elementary Forms of Pragmatism – On Different Types of Abduction”, *European Journal of Social Theory*, vol. 7, n°3, p.371-389.
- Besson P., Rowe F. (2012) “Strategizing Information System-enabled Organizational Transformation: A Transdisciplinary Review and New Directions”, *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 21, n°2, p.103-124.
- Bhaskar R. (1975) *A Realist Theory of Science*, Harvester, Sussex.

- Bhaskar R. (1998) "General Introduction" in M. Archer, R. Bhaskar, A. Collier, T. Lawson and A. Norrie (eds), *Critical Realism – Essential Readings*, Routledge, London, United Kingdom, p.ix-xxiv.
- Bhaskar R. (2008) *A Realist Theory of Science*, Routledge, Abingdon.
- Bhaskar R., Lawson T. (1998) "Introduction – Basic Texts and Developments" in M. Archer, R. Bhaskar, A. Collier, T. Lawson and A. Norrie (eds), *Critical Realism – Essential Readings*, Routledge, London, United Kingdom, p.3-17.
- Bhatti S.H., Santoro G., Khan J., Rizzato F. (2021) "Antecedents and Consequences of Business Model Innovation in the IT Industry", *Journal of Business Research*, vol. 123, p.389-400.
- Bianchi M., Frattini F., Lejarraga J., Di Minin A. (2014) "Technology Exploitation Paths: Combining Technological and Complementary Resources in New Product Development and Licensing", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 31, n°1, p.146-169.
- Bigelow L.S., Barney J.B. (2021) "What Strategy can Learn from the Business Model Approach?", *Journal of Management Studies*, vol. 58, n°2, p.528-539.
- Bilgrami A. (2006) "Realism and Relativism", *Philosophical Issues – A Supplement to Noûs*, vol. 12, n°1, p.1-25.
- Bingham C.B., Eisenhardt K.E. (2011) "Rational Heuristics: The 'simple rules' that Strategists learn from Process Experience", *Strategic Management Journal*, vol. 32, n°13, p.1437-1464.
- Birkel H.S., Hartmann E. (2019) "Impact of IoT Challenges and Risks for SCM", *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 24, n°1, p.39-61.
- Boehmer J.H., Shukla M., Kapletia D., Tiwari M.K. (2020) "The Impacts of the Internet of Things (IoT) on Servitization: An Exploration of Changing Supply Relationships", *Production Planning & Control*, vol. 31, n°2-3, p.203-219.
- Bojovic N., Genet C., Sabatier V. (2018) "Learning, Signaling, and Convincing: The Role of Experimentation in the Business Modeling Process", *Long Range Planning*, vol. 51, n°1, p.141-157.
- Bokranz J., Skoog A., Berlin C., Stahre J. (2017) "Maintenance in Digitalised Manufacturing: Delphi-Based Scenarios for 2030", *International Journal of Production Economics*, vol. 191, p.154-169.
- Bokranz J., Skoog A., Berlin C., Wuest T., Stahre J. (2020) "Smart Maintenance: An Empirical Grounded Conceptualization", *International Journal of Production Economics*, vol. 233, 107534.
- Borenstein M., Hedges L.V., Higgins J.P.T., Rothstein H.R. (2009), *Introduction to Meta-analysis*, Wiley, West Sussex.
- Bose I., Ngai E.W.T., Teo T.S.H., Spiekermann S. (2009) "Managing RFID Projects in Organizations", *European Journal of Information Systems*, vol. 18, n°6, p.534-540.
- Brentano F. (1977) *The Psychology of Aristotle*, University of California Press, Berkeley.
- Brock D.L. (2001) "The Electronic Product Code (EPC) – A Naming Scheme for Physical Objects", White Paper, January, MIT Auto-ID Center.
- Brous P., Janssen M., Herder P. (2019) "Internet of Things Adoption for Reconfiguring Decision-making processes in Asset Management", *Business Process Management Journal*, vol. 25, n°3, p.495-511.
- Brous P., Janssen M., Herder P. (2020) "The Dual Effects of the Internet of Things (IoT): A Systematic Review of the Benefits and Risks of IoT adoption by organizations", *International Journal of Information Management*, vol. 51, 101952.
- Brumme H., Simonovich D., Skinner W., Van Wassenhove L.N. (2015) "The Strategy-focused Factory in Turbulent Times", *Production and Operations Management*, vol. 24, n°10, p.1513-1523.
- Bunnin N., Yu J. (2004) *The Blackwell Dictionary of Western Philosophy*, Blackwell Publishing, Malden.
- Burns A.J., Roberts T.L., Posey C., Lowry P.B. (2019) "The Adaptative Roles of Positive and Negative Emotions in Organizational Insiders' Security-Based Precaution Taking", *Information Systems Research*, vol. 30, n°4, p.1228-1247.
- Burton-Jones A., Butler B., Scott S.V., Xu S.X. (2021) "Next-Generation Information Systems Theorizing: A Call-to-Action", *MIS Quarterly*, vol. 45, n°1, p.301-314.
- Bygstad B., Munkvold B.E., Volkoff O (2016) "Identifying Generative Mechanisms through Affordances: A Framework for Critical Realist Data Analysis", *Journal of Information Technology*, vol. 31, n°1, p.83-96.
- Bygstad B., Øvrelid E. (2020) "Architectural Alignment of Process Innovation and Digital Infrastructure in a High-tech Hospital", *European Journal of Information Systems*, vol. 29, n°3, p.220-237.
- Cagliano R., Caniato F., Longoni A., Spina G. (2014) "Alternative Uses of Temporary Work and New Forms of Work Organization", *Production Planning & Control*, vol. 25, n°9, p.762-782.
- Cagliano R., Canterino F., Longoni A., Bartezzaghi E. (2019) "The Interplay between Smart Manufacturing Technologies and Work Organization: The Role of Technological Complexity", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 39, n°6/7/8, p.913-934.
- Campagnolo D., Camuffo A. (2010) "The Concept of Modularity in Management Studies: A Literature Review", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 39, n°6/7/8, p.913-934.

- Cao Q., Jones D.R., Sheng H. (2014) "Contained Nomadic Information environments: Technology, Organization, and Environment Influences on Adoption of Hospital RFID Patient Tracking", *Information & Management*, vol. 51, n°2, p.225-239.
- Cavusoglu H., Mishra B., Raghunathan S. (2005) "The Value of Intrusion Detection Systems in Information Technology Security Architecture", *Information Systems Research*, vol. 16, n°1, p.28-46.
- Ceccagnoli M., Forman C., Huang P., Wu D.J. (2012) "Cocreation of Value in a Platform Ecosystem: The Case of Enterprise Software", *MIS Quarterly*, vol. 36, n°1, p.263-290.
- Chan Y. (2000) "IT Value: The Great Divide between Qualitative and Quantitative and Individual and Organizational Measures", *Journal of Management Information Systems*, vol. 16, n°4., p.225-261.
- Chanson M., Bogner A., Bilgeri D., Fleisch E., Wortmann F. (2019) "Blockchain for the IoT: Privacy-Preserving Protection of Sensor Data", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 20, n°9, p.1271-1307.
- Charon I., Hudry O., Woïrgard F. (1996) "Ordres médians et ordres de Slater des tournois", *Mathématiques et sciences humaines*, vol. 133, p.23-56.
- Chavez C., Yu W., Jacobs M.A., Feng M. (2017) "Manufacturing Capability and Organizational Performance: The role of Entrepreneurial Orientation", *International Journal of Production Economics*, vol. 184, p.33-46.
- Chen X., Li C., Tang Y., Xiao Q. (2018) "An Internet of Things based Energy Efficiency Monitoring and Management System for Machining Workshop", *Journal of Cleaner Production*, vol. 199, p.957-968.
- Chesbrough H. (2007) "Why Companies Should Have Open Business Models", *MIT Sloan Management Review*, vol. 48, n°2, p.21-28.
- Chesbrough H. (2010) "Business Model Innovation: Opportunities and Barriers", *Long Range Planning*, vol. 43, n°2-3, p.354-363.
- Chesbrough H., Rosenbloom R.S. (2002) "The Role of the Business Model in Capturing Value from Innovation: Evidence from Xerox Corporation's Technology Spin-off companies", *Industrial and Corporate Change*, vol. 11, n°3, p.529-555.
- Chesbrough H., Lettl C., Ritter T. (2018) "Value Creation and Value Capture in Open Innovation", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 35, n°6, p.930-938.
- Choe P., Tew J.D., Tong S. (2015) "Effect of Cognitive Automation in a Material Handling System on Manufacturing Flexibility", *International Journal of Production Economics*, vol. 170, p.891-899.
- Choi S., Ko I. (2012) "Leveraging Electronic Collaboration to promote Interorganizational Learning", *International Journal of Information Management*, vol. 32, n°6, p.550-559.
- Cimini C., Boffelli A., Lagorio A., Kalchschmidt M., Pinto R. (2020) "How do Industry 4.0 Technologies Influence Organizational Change? An Empirical Analysis of Italian SMEs", *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 32, n°3, p.695-721.
- Cliff N. (1996) *Ordinal Methods for Behavioral Data Analysis*, Taylor & Francis Group, New York.
- Cohen B.P. (1980) *Developing Sociological Knowledge: Theory and Method*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, NJ.
- Čolaković A., Hadžialić M. (2018) "Internet of Things (IoT): A Review of Enabling Technologies, Challenges, and Open Research Issues", *Computer Networks*, vol. 144, p.17-39.
- Combs J.G., Ketchen Jr D.J., Crook T.R., Roth P.L. (2011) "Assessing Cumulative Evidence within 'Macro' Research: Why Meta-analysis Should be Preferred Over Vote Counting", *Journal of Management Studies*, vol. 48, n°1, p.178-197.
- Combs J.G., Crook T.R., Rauch A. (2019) "Meta-Analytic Research in Management: Contemporary Approaches, Unresolved Controversies, and Rising Standards", *Journal of Management Studies*, vol. 56, n°1, p.1-18.
- Confente I., Siciliano G.G., Gaudenzi B., Eickhoff M. (2019) "Effects of Data Breaches from User-generated Content: A Corporate Reputation Analysis", *European Management Journal*, vol. 37, n°4, p.492-504.
- Constantinides P., Hendridsson O., Parker G.G. (2018) "Platforms and Infrastructure in the Digital Age", *Information Systems Research*, vol. 29, n°2, p.381-400.
- Coombs C., Hislop D., Taneva S.K., Barnard S. (2020) "The Strategic Impacts of Intelligent Automation for Knowledge and Service Work: An Interdisciplinary Review", *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 29, n°4, 101600.
- Cooper H., Hedges L.V. (2009) "Research Synthesis as a Scientific Process" in H. Cooper, L.V. Hedges and J.C. Valentine (eds), *The Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis*, Russel Sage Foundation, New York, p.3-16.
- Coreyen W., Matthyssens P., Van Bockhaven W. (2017) "Boosting Servitization through Digitization: Pathways and Dynamic Resource Configurations for Manufacturers", *Industrial Marketing Management*, vol. 60, p.42-53.
- Côrte-Real N., Ruivo P., Oliveira T. (2020) "Leveraging Internet of Things and Big Data Analytics initiatives in European and American firms: Is Data Quality a way to extract Business Value?", *Information & Management*, vol. 57, 103141.

- Cranmer E.E., Urquhart C., tom Dieck M.C., Jung T. (2021) “Developing Augmented Reality Business Models for SMEs in Tourism”, *Information & Management*, vol. 58, 103551.
- Daassi M., Debbabi S. (2021) “Intention to Reuse AR-Based Apps: The Combined Role of the Sense of Immersion, Product Presence and Perceived Realism”, *Information & Management*, vol. 58, 103453.
- Daniel E.M., Ward J.M., Franken A. (2014) “A Dynamic Capabilities Perspective of IS Project Portfolio Management”, *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 23, n°2, p.95-111.
- Day G.S., Shoemaker P.J.H. (2016) “Adapting to Fast-Changing Markets and Technologies”, *California Management Review*, vol. 58, n°4, p.59-77.
- De Moya J-F., Pallud J. (2020) “From Panopticon to Heautopticon: A New Form of Surveillance Introduced by Quantified-Self Practices”, *Information Systems Journal*, vol. 30, n°6, p.940-976.
- De Vaujany F-X. (2007) “Evaluer la valeur d’usage de l’informatique – Une architecture de tableau de bord”, *Revue Française de Gestion*, vol. 33, n°177, p.31-46.
- Deher O. (1986) “Quelques facteurs de succès pour la politique de produits de l’entreprise exportatrice : les liens entre marketing et production”, *Recherche et Applications Marketing*, vol. 1, n°3, p.55-74.
- Dehning B., Richardson V.J. (2002), “Returns on Investments in Information Technology: A Research Synthesis”, *Journal of Information Systems*, vol. 16, n°1, p. 7-30.
- DeLone W.H., McLean E.R. (1992) “Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable”, *Information Systems Research*, vol. 3, n°1, p.60-95.
- Demil B., Lecocq X. (2010) “Business Model Evolution: In Search of Dynamic Consistency”, *Long Range Planning*, vol. 43, n°2-3, p.227-246.
- Dennis A.R. (2019) “An Unhealthy Obsession with Theory”, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 20, n°9, p.1406-1411.
- Dernbecher S., Beck R. (2017) “The Concept of Mindfulness in Information Systems Research: A Multi-dimensional Analysis”, *European Journal of Information Systems*, vol. 26, n°2, p.121-142.
- DeSanctis G., Poole M.S. (1994) “Capturing the Complexity in Advanced Technology Use: Adaptive Structuration Theory”, *Organization Science*, vol. 5, n°2, p.121-147.
- DesJardine M., Bansal P., Yang Y. (1996) “Bouncing Back: Building Resilience Through Social and Environmental Practices in the Context of 2008 Global Financial Crisis”, *Journal of Management*, vol. 45, n°4, p.1434-1460.
- Dewey J. (1913) “The problems of value”, *Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods*, vol. 10, n°10, p.268–269.
- Dewey J. (1939) “Theory of valuation”, in J. A. Boydston (ed), *The later works, 1925–1953*, Southern Illinois University Press, Carbondale, p.189–251.
- Dhavale D.G. (1990) “A Manufacturing Cost Model for Computer-Integrated Manufacturing Systems”, *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 10, n°8, p.5-18.
- Dijkman R.M., Sprenkels B., Peeters T., Janssen A. (2015) “Business Models for The Internet of Things”, *International Journal of Information Management*, vol. 35, n°6, p.672-678.
- Dilworth C. (2006) *The Metaphysics of Science: An Account of Modern Science in terms of Principles, Laws and Theories*, Springer, Dordrecht.
- Ding K., Chan F.T.S., Zhang X., Zhou G., Zhang F. (2019) “Defining a Digital Twin-based Cyber-Physical System for Autonomous Manufacturing in Smart Shop floors”, *International Journal of Production Research*, vol. 57, n°20, p.6315-6334.
- Dobson P.J. (2001) “The Philosophy of Critical Realism – An Opportunity for Information Systems Research”, *Information Systems Frontier*, vol. 3, n°2, p.199-210.
- Dos Santos B.L., Peffers K., Mauer D.C. (1993) “The Impact of Information Technology Investment Announcements on the Market Value of the Firm”, *Information Systems Research*, vol. 4, n°1, p.1-23.
- Drnevich P.L., Croson D.C. (2013) “Information Technology and Business-level Strategy: Toward an Integrated Theoretical Perspective”, *MIS Quarterly*, vol. 37, n°2, p.483-509.
- Douglas T.J., Judge W.Q.Jr. (2001) “Total Quality Management Implementation and Competitive Advantage: The Role of Structural Control and Exploration”, *Academy of Management Journal*, vol. 44, n°1, p.158-169.
- Dubé L., Paré G. (2003) “Rigor in Information Systems Positivist Case Research: Current Practices, Trends, and Recommendations”, *MIS Quarterly*, vol. 27, n°4, p.597-636.
- Duval S., Tweedie R. (2000) “A Nonparametric “Trim and Fill” Method of Accounting for Publication Bias in Meta-analysis”, *Journal of the American Statistical Association*, vol. 95, n°449, p.89-98.
- Duval S. (2005) “The Trim and Fill Method” in H.R. Rothstein, A.J. Sutton and M. Borenstein (eds), *Publication Bias in Meta-analysis – Prevention, Assessment and Adjustments*, John Wiley & Sons, West Sussex, p.127-144.
- Dyer J.H., Singh H. (1998) “The Relational View: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage”, *Academy of Management Review*, vol. 23, n°4, p.660-679.

- Easton G. (2010) "Critical Realism in Case Study Research", *Industrial Marketing Management*, vol. 39, n°1, p.118-128.
- Ehret M., Wirtz J. (2017) "Unlocking Value From Machines: Business Models and The Industrial Internet of Things", *Journal of Marketing Management*, vol. 33, n°1-2, p.111-130.
- Eisenhardt K.M. (1989) "Building Theories from Case Study Research", *Academy of Management Review*, vol. 14, n°4, p.532-550.
- Eisenhardt K.M. (1991) "Better Stories and Better Constructs: The Case for Rigor and Comparative Logic", *Academy of Management Review*, vol. 16, n°3, p.620-627.
- Eisenhardt K.E., Martin J.A. (2000) "Dynamic Capabilities: What are they?", *Strategic Management Journal*, vol. 21, n°10/11, p.1105-1121.
- Eisenhardt K.M., Furr N.R., Bingham C.B. (2010) "Microfoundations of Performance: Balancing Efficiency and Flexibility in Dynamic Environments", *Organization Science*, vol. 21, n°6, p.1263-1273.
- Fantini P., Pinzone M., Taisch M. (2020) "Placing the Operator at the Centre of Industry 4.0 Design: Modelling and Assessing Human Activities within Cyber-Physical Systems", *Computers & Industrial Engineering*, vol. 139, 105058.
- Fast-Berglund Å., Fässberg T., Hellman F., Davidsson A., Stahre J. (2013) "Relations between Complexity, Quality and Cognitive Automation in Mixed-Model Assembly", *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 32, n°3, p.449-455.
- Feitzinger E., Lee H.L. (1997) "Mass Customization at Hewlett-Packard: The Power of Postponement", *Harvard Business Review*, vol. 75, n°1, p.116-123.
- Felin T., Foss N.J., Heimeriks K.H., Madsen T.L. (2012) "Microfoundations of Routines and Capabilities: Individuals, Processes, and Structure", *Journal of Management Studies*, vol. 49, n°8, p.1351-1374.
- Feng Q., Shanthikumar J.G. (2018) "How Research in Production and Operations Management May Evolve in the Era of Big Data", *Production and Operations Management*, vol. 27, n°9, p.1670-1684.
- Ferdows K., De Meyer A. (1990) "Lasting Improvements in Manufacturing Performance: in search of new theory", *Journal of Operations Management*, vol. 9, n°2, p.168-184.
- Fichman R.G. (2004) "Going beyond the Dominant Paradigm for Information Technology Innovation Research: Emerging Concepts and Methods", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 5, n°8, p.314-355.
- Fichman R.G., Kemerer C.F. (1999) "The Illusory Diffusion of Innovation: An Examination of Assimilation Gaps", *Information Systems Research*, vol. 10, n°3., p.255-275.
- Fiol C.M., O'Connor E.J. (2003) "Waking Up! Mindfulness in the face of Bandwagons", *Academy of Management Review*, vol. 28, n°1, p.54-70.
- Fisher G., Aguinis H. (2017) "Using Theory Elaboration to Make Theoretical Advancements", *Organizational Research Methods*, vol. 20, n°3., p.438-464.
- Fortier P., Mindala-Freeman M.M., Bagnon P., Tignon M., Larsson T., Buvat J., Puttur R.K., Ghosh A. (2019) "5G in Industrial Operation: How Telcos and Industrial Companies Stand to Benefit", *Capgemini*.
- Foss N.J., Saebi T. (2015) "Business Models and Business Models Innovation: Bringing Organization into the Discussion", in N.J. Foss and T. Saebi (eds), *Business Model Innovation: The Organizational Dimension*, Oxford University Press, Oxford, p.1-23.
- Foss N.J., Saebi T. (2017) "Fifteen Years of Research on Business Model Innovation: How Far we Come, and Where should we Go?", *Journal of Management*, vol. 43, n°1, p.200-227.
- Foss N.J., Saebi T. (2018) "Business Models and Business Model Innovation: Between Wicked and Paradigmatic Problems", *Long Range Planning*, vol. 51, n°1, p.9-21.
- Fosso Wamba S., Chatfield A.T. (2009) "A Contingency Model for Creating Value from RFID Supply Chain Network projects and Manufacturing environments", *European Journal of Information Systems*, vol. 18, n°6, p.615-636.
- Frank A.G., Mendes G.H.S., Ayala N.F., Ghezzi A. (2019) "Servitization and Industry 4.0 Convergence in the Digital Transformation of Product Firms: A Business Model Perspective", *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 141, p.341-351.
- Frankena W.K. (1953) "What is Value? An Essay in Philosophical Analysis. Everett W. Hall", *Philosophy and Phenomenological Research*, vol. 14, n°2, p.255-258.
- Frankena W.K. (1967) "Value and Valuation", In M. Borchert (ed), *Encyclopedia of Philosophy*, Thomson Gale, Farmington Hills, USA, 2nd edition, 2006, vol. 9, p.636-641.
- Fridgen G., Häfner L., König C., Sachs T. (2016) "Providing Utility to Utilities: The Value of Information Systems Enabled Flexibility in Electricity Consumption", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 17, n°8, p.537-563.
- Fumerton R. (2013) "Alethic Pluralism and the Correspondence Theory of Truth" in N.J.L.L. Pedersen and C.D. Wright (eds), *Truth and Pluralism – Current Debates*, Oxford University Press, New York, USA, p.197-212.

- Gao L.S., Iyer B. (2006) "Analyzing Complementarities Using Software for Software Industry Acquisitions", *Journal of Management Information Systems*, vol. 23, n°2, p.119-147.
- Gersick C.J.G. (1991) "Revolutionary Change Theories: A Multilevel Exploration of the Punctuated Equilibrium Paradigm", *Academy of Management Review*, vol. 16, n°1, p.10-36.
- Geyskens I., Krishnan R., Steenkamp J-B.E.M., Cunha P. (2009) "A Review and Evaluation of Meta-Analysis Practices in Management Research", *Journal of Management*, vol. 35, n°2, p.393-419.
- Gibbert M., Ruigrok W. (2010) "The "What" and "How" of Case Study Rigor: Three Strategies Based on Published Work", *Organizational Research Methods*, vol. 13, n°4, p.710-737.
- Gibbert M., Ruigrok W., Wicki B. (2008) "What Passes as a Rigorous Case Study?", *Strategic Management Journal*, vol. 29, n°13, p.1465-1474.
- Gigerenzer G. (2001) "Decision Making: Nonrational Theories", In N.J. Smelser and P.B. Baltes (eds), *International Encyclopedia of the Social & Behavioural Sciences*, Elsevier Science, p.3304-3309.
- Gioia D.A., Corley K.G., Hamilton A.L. (2013) "Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research: Notes on the Gioia Methodology", *Organizational Research Methods*, vol. 16, n°1, p.15-31.
- Glaser B.G., Strauss A. (1967) *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*, Aldine Publishing Co, Chicago.
- Glass G.V., McGraw B., Smith M.L. (1981) *Primary, Meta-analysis in Social Research*, Russel Sage, Beverly Hills.
- Godfrey-Smith P. (2016) "Dewey and the Question of Realism", *Noûs*, vol. 40, n°1, p.73-89.
- Goh J.M., Arenas A.E. (2020) "IT Value Creation in Public Sector: How IT-enabled Capabilities mitigate Tradeoffs in Public Organisations", *European Journal of Information Systems*, vol. 29, n°1, p.25-43.
- Golan M., Cohen Y., Singer G. (2020) "A Framework for Operator – Workstation Interaction in Industry 4.0", *International Journal of Production Research*, vol. 58, n°8, p.2421-2432.
- Goswami S., Teo H.H., Chan H.C. (2009) "Decision-Maker Mindfulness in IT Adoption: The Role of Informed Culture and Individual Personality", *Proceedings of the 30th International Conference on Information Systems*, Phoenix, USA.
- Gratton L., Ghoshal S. (2002) "Improving the Quality of Conversations", *Organizational Dynamics*, vol. 31, n°3, p.209-223.
- Gray J.V., Siemsen E., Vasudeva G. (2015) "Colocation Still Matters: Conformance Quality and the Interdependence of R&D and Manufacturing in the Pharmaceutical Industry", *Management Science*, vol. 61, n°11, p.2760-2781.
- Greenhouse J.B., Iyengar S. (2009) "Sensitivity Analysis and Diagnostics" in H. Cooper, L.V. Hedges and J.C. Valentine (eds), *Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis*, Russel Sage Foundation, New York, p.417-433.
- Gregor S. (2006) "The Nature of Theory in Information Systems", *MIS Quarterly*, vol. 30, n°3, p.611-642.
- Gregor S. (2014) "Theory – Still King but Needing a Revolution!", *Journal of Information Technology*, vol. 29, n°4, p.1-4.
- Gregor S., Martin M., Fernandez W., Stern S., Vitale M. (2006) "The Transformational Dimension in the realization of the Business Value form Information Technology", *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 15, n°3, p.249-270.
- Gregory R.W., Muntermann J. (2014) "Heuristic Theorizing: Proactively Generating Design Theories", *Information Systems Research*, vol. 25, n°3, p.639-653.
- Größler A., Grübner A. (2006) "An Empirical Model of the relationship between Manufacturing Capabilities", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 26, n°5, p.458-485.
- Grover V., Kohli R. (2012) "Cocreating IT Value: New Capabilities and Metrics for Multifirm Environments", *MIS Quarterly*, vol. 36, n°1, p.225-232.
- Grover V., Chiang R.H.L., Liang T-P., Zhang D. (2018) "Creating Strategic Business Value from Big Data Analytics: A Research Framework", *Journal of Management Information Systems*, vol. 35, n°2., p.388-423.
- Guénoche A. (2017) "Analyse des préférences et tournois pondérés", *Journal of Interdisciplinary Methodologies and Issues in Sciences*, vol. 2, (Eds. R. Figueiredo & V. Labatut).
- Guercini S., Milanese M. (2020) "Heuristics in International Business: A Systematic literature Review and Directions for Future Research", *Journal of International Management*, vol. 26, n°4, 100782.
- Guillemette M.G., Laroche M., Cadieux J. (2014) "Defining Decision Making Processes Performance: Conceptualization and Validation of an Index", *Information & Management*, vol. 51, n°6, p.618-626.
- Gunasekaran A., Subramanian N., Ngai W.T.E. (2019) "Quality Management in the 21st Century Enterprises: Research Pathway towards Industry 4.0", *International Journal of Production Economics*, vol. 207, p.125-129.
- Gupta S., Meissonier R., Drave V.A., Roubaud D. (2020) "Examining the Impact of Cloud ERP on Sustainable Performance: A Dynamic Capability View", *International Journal of Information Management*, vol. 51, 102028.

- Haaker T., Ly P.T.M., Nguyen-Thanh N., Nguyen H.T.H. (2021) "Business Model Innovation through the Application of the Internet-of-Things: A Comparative Analysis", *Journal of Business Research*, vol. 126, p.126-136.
- Habersang S., Küberling-Jost J., Reihlen M., Seckler C. (2019) "A Process Perspective on Organizational Failure: A Qualitative Meta-Analysis", *Journal of Management Studies*, vol. 56, n°1, p.19-56.
- Habjan A., Andriopoulos C., Gotsi M. (2014) "The Role of GPS-enabled Information in Transforming Operational Decision making: An Exploratory Study", *European Journal of Information Systems*, vol. 23, n°4, p.481-502.
- Hadaya P., Cassivi L. (2012) "Joint Collaborative Planning as a Governance Mechanism to Strengthen the Chain of IT Value Co-creation", *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 21, n°3, p.182-200.
- Haffar M., Al-Karaghoul W., Irani Z., Djebarni R., Gbadamosi G. (2019) "The Influence of Individual Readiness for Change Dimension on Quality Management Implementation in Algerian Manufacturing Organizations", *International Journal of Production Economics*, vol. 207, p.247-260.
- Hall E.W. (1952) *What Is Value? An Essay in Philosophical Analysis*, Humanities Press, New York.
- Harsch K., Festing M. (2020) "Dynamic Talent Management Capabilities and Organizational Agility – A Qualitative Exploration", *Human Resource Management*, vol. 59, n°1, p.43-61.
- Hassan N.R., Willcocks L.P. (2021) "Introduction: Why Theory? (Mis) Understanding the Context and Rationale" in N.R. Hassan and L.P. Willcocks (eds), *Advancing Information Systems Theories: Rationale and Processes*, Palgrave Macmillan, Cham, Switzerland, p.1-52.
- Hassan N.R., Mingers J., Stahl B. (2018) "Philosophy and Information Systems: Where are We and Where Should we Go?", *European Journal of Information Systems*, vol.27, n°3, p.263-277.
- Hayes R.H., Pisano G.P. (1996) "Manufacturing Strategy: At the Intersection of two Paradigm Shifts", *Production and Operations Management*, vol. 5, n°1, p.25-41.
- Hayes R.H., Wheelwright S.C., Clark K.B. (1988) *Dynamic Manufacturing: Creating the Learning Organization*, The Free Press, New York.
- He J., King W.R. (2008) "The Role of User Participation in Information Systems Development: Implications from a Meta-analysis", *Journal of Management Information Systems*, vol. 25, n°1, p.301-331.
- Hedges L.V., Olkin I. (1985) *Statistical Methods for Meta-analysis*, Academic Press, San Diego.
- Hedman J., Kalling T. (2003) "The Business Model Concept: Theoretical Underpinnings and Empirical Illustrations", *European Journal of Information Systems*, vol. 12, n°1, p.49-59.
- Helfat C.E., Finkelstein S., Mitchell W., Peteraf M.A., Singh H., Teece D.J., Winter S.G. (2007) *Dynamic Capabilities: Understanding Strategic Change in Organizations*, Blackwell Publishing, Malden.
- Helfat C.E., Lieberman M.B. (2002) "The Birth of Capabilities: Market Entry and the Importance of pre-history", *Industrial and Corporate Change*, vol. 11, n°4, p.725-760.
- Helfat C.E., Martin J.A. (2015) "Dynamic Managerial Capabilities: Review and Assessment of Managerial Impact on Strategic Change", *Journal of Management*, vol. 41, n°5, p.1281-1312.
- Helfat C.E., Peteraf M.A. (2009) "Understanding Dynamic Capabilities: Progress along a Developmental Path", *Strategic Organization*, vol. 7, n°1, p.91-102.
- Helfat C.E., Peteraf M.A. (2015) "Managerial Cognitive Capabilities and the Microfoundations of Dynamic Capabilities", *Strategic Management Journal*, vol. 36, n°6, p.831-850.
- Helfat C.E., Raubitschek R.S. (2018) "Dynamic and Integrative Capabilities for Profiting from Innovation in Digital Platform-based Ecosystems", *Research Policy*, vol.47, n°8, p.1391-1399.
- Helfat C.E., Winter S.G. (2011) "Untangling Dynamic and Operational Capabilities: Strategy for the (N)ever-Changing World", *Strategic Management Journal*, vol. 32, n°11, p.1243-1250.
- Hensen A.H.R., Dong J.Q. (2020) "Hierarchical Business Value of Information Technology: Toward a Digital Innovation Value Chain", *Information & Management*, vol. 57, n°4, 103209.
- Hirschheim R. (2019) "Against Theory: With Apologies to Feyerabend", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 20, n°9, p.1340-1357.
- Hirschheim R., Klein H.K. (2012) "A Glorious and Not-So-Short History of the Information Systems Field", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 13, n°4, p.188-235.
- Hitt L.M., Brynjolfsson E. (1996) "Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value", *MIS Quarterly*, vol. 20, n°2, p.121-142.
- Holmström J., Holweg M., Lawson B., Pil F.K., Wagner S.M. (2019) "The Digitalization of the Operations and Supply Chain Management: Theoretical and Methodological Implications", *Journal of Operations Management*, vol. 65, n°8, p.728-734.
- Holt D.T., Armenakis A.A., Feild H.S., Harris S.G. (2007) "Readiness for Organizational Change – The Systematic Development of a Scale", *The Journal of Applied Behavioral Science*, vol. 43, n°2, p.232-255.
- Horgan T. (2008) "Contextual Semantics and Metaphysical Realism: Truth as Indirect Correspondence" in M.P. Lynch (ed), *The Nature of Truth – Classic and Contemporary Perspectives*, MIT Press, Cambridge, USA, p.67-96.

- Horgan T., Timmons M. (2002) "Conceptual Relativity and Metaphysical Realism", *Philosophical Issues – A Supplement to Noûs*, vol. 12, n°1, p.74-96.
- Hunter J.E., Schmidt F.L. (1990) *Methods of Meta-analysis: Correcting Error and Bias in Research Findings*, Sage, Thousand Oaks.
- Hunter J.E., Schmidt F.L. (2004) *Methods of Meta-analysis: Correcting Error and Bias in Research Findings*, Sage Publications, Thousand Oaks, Second Edition.
- Hunter J.E., Schmidt F.L., Jackson G.B. (1982) *Meta-analysis: Cumulating Research Findings Across Studies*, Sage, Beverly Hills.
- Iivari J., Hirschheim R., Klein H.K. (1998) "A Paradigmatic Analysis Contrasting Information Systems Development Approaches and Methodologies", *Information Systems Research*, vol. 9, n°2, p.164-193.
- Im K.S., Dow K.E., Grover V. (2001) "A Reexamination of IT Investment and the Market Value of the Firm – An Event Study Methodology", *Information Systems Research*, vol. 12, n°1, p.103-117.
- Im G., Rai A. (2014) "IT-enabled Coordination for Ambidextrous Interorganizational Relationships", *Information Systems Research*, vol. 25, n°1, p.72-92.
- Jacobides M.G., Knudsen T., Augier M. (2006) "Benefiting from Innovation: Value Creation, Value Appropriation, and the role of Industry Architectures", *Research Policy*, vol. 35, n°8, p.1200-1221.
- Jacobides M.G., Cennamo C., Gawer A. (2018) "Towards a Theory of Ecosystems", *Strategic Management Journal*, vol. 39, n°8, p.2255-2276.
- Jiao J.R., Zhou F., Gebrael N.Z., Duffy V. (2020) "Towards Augmenting Cyber-Physical Collaborative Cognition for Human-Automation Interaction in Complex Manufacturing and Operational Environments", *International Journal of Production Research*, vol. 58, n°16, p.5089-5111.
- Kant E. (1983) *Grounding for the Metaphysics of Morals*, Hackett Publishing Co, Indianapolis.
- Karhu K., Gustafsson R., Lyytinen K. (2018) "Exploiting and Defending Open Digital Platforms with Boundary Resources: Android's Five Platform Forks", *Information Systems Research*, vol. 29, n°2, p.479-497.
- Kasiri N., Sharda R., Hardgrave B. (2012) "A Balanced Scorecard for Item-level RFID in the Retail Sector: A Delphi Study", *European Journal of Information Systems*, vol. 21, n°3, p.255-267.
- Kepes S., Thomas M.A. (2018) "Assessing the Robustness of Meta-Analytic Results in Information Systems: Publication Bias and Outliers", *European Journal of Information Systems*, vol. 27, n°1, p.90-123.
- Ketokivi M., Mantere S. (2010) "Two Strategies for Inductive Reasoning in Organizational Research", *Academy of Management Review*, vol. 35, n°2, p.315-333.
- Koh L., Orzes G., Jia F.J. (2019) "The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): Technologies Disruption on Operations and Supply Chain Management", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 39, n°6/7/8, p.817-828.
- Kohli R., Devaraj S. (2003) "Measuring Information Technology Payoff: A Meta-Analysis of Structural Variables in Firm-Level Empirical Research", *Information Systems Research*, vol. 14, n°2, p.127-145.
- Kohli R., Grover V. (2008) "Business Value of IT: An Essay on Expanding Research Directions to Keep up with the Times", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 9, n°1, p.23-39.
- Kiel D., Arnold C., Voigt K-I. (2017) "The Influence of the Industrial Internet of Things on Business Models of Established Manufacturing Companies – A business level Perspective", *Technovation*, vol. 68, p.4-19.
- Klein R., Rai A. (2009) "Interfirm Strategic Information Flows in Logistics Supply Chain Relationships", *MIS Quarterly*, vol. 33, n°4, p.735-762.
- Kok R.A.W., Lightart P.E.M. (2014) "Differentiating Major and Incremental New Product Development: The Effect of Functional and Numerical Workforce Flexibility", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 31, n°S1, p.30-42.
- Koons R.C., Pickavance P. (2017) *The Atlas of Reality: A Comprehensive Guide to Metaphysics*, Wiley Blackwell, Chichester.
- Kornberger M. (2017) "The Values of Strategy: Valuation Practices, Rivalry and Strategic Agency", *Organization Studies*, vol. 38, n°12, p.1-21.
- Korsgaard C. (1986) "Aristotle and Kant on the Source of Value", *Ethics*, vol. 96, n°3, p.486-505.
- Krantz J.J., Hanelt A., Kolbe L.M. (2016) "Understanding the Influence of Absorptive Capacity and Ambidexterity on the Process of Business Model Change – The Case of On-premise Cloud-computing Software", *Information Systems Journals*, vol. 26, n°5, p.477-517.
- Kumar S., Mookerjee V., Shubam A. (2018) "Research in Operations Management and Information Systems Interface", *Production and Operations Management*, vol. 27, n°11, p.1893-1905.
- Langer E.J. (1997), *The Power of Mindful Learning*, Adison-Wesley, Reading.
- Langer M., König C.J., Busch V. (2021) "Changing the Means of Managerial Work: Effects of Automated Decision Support Systems on Personnel Selection Tasks", *Journal of Business and Psychology*, vol. 36, n°5, p.751-769.
- Laroche P. (2015) "Introduction à la méthodologie méta-analytique" in P. Laroche (ed), *La méta-analyse – Méthodes et applications en sciences sociales*, De Boeck, Louvain-la-Neuve, p.17-58.

- Laudien S.M., Daxböck B. (2016) “The Influence of the Industrial Internet of Things on Business Model Design: A Qualitative-Empirical Analysis”, *International Journal of Innovation Management*, vol. 20, n°8, 1640014.
- Lavie D. (2006) “The Competitive Advantage of Interconnected Firms: An Extension of the Resource-based View”, *Academy of Management Review*, vol. 31, n°3, p.638-658.
- Lawson T. (1997) *Economics and Reality*, Routledge, London.
- Lawson T. (1998) “Economic Science without Experimentation” in M. Archer, R. Bhaskar, A. Collier, T. Lawson and A. Norrie (eds), *Critical Realism – Essential Readings*, Routledge, London, United Kingdom, p.144-185.
- Le D.N, Tuan L.L., Tuan M.N.D. (2019) “Smart-Building Management System: An Internet-of-Things (IoT) Application Business Model in Vietnam”, *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 141, p.22-35.
- Lee A.S. (2001) “Editor’s Comments – MIS Quarterly’s Editorial Policies and Practices”, *MIS Quarterly*, vol. 25, n°1, p.iii-vii.
- Lee A.S. (2004) “Thinking about Social Theory and Philosophy for IS” in J. Mingers and L. Willcocks (Eds.), *Social Theory and Philosophy for Information Systems*, John Wiley & Sons, New York, USA, p.1-25.
- Lee N-I. (2020) “Feeling as the Origin of Value in Scheler and Mencius”, *Continental Philosophy Review*, vol. 53, n°2, p.141-155.
- Lee A.S., Baskerville R. (2003) “Generalizing Generalizability in Information Systems Research”, *Information Systems Research*, vol. 14, n°3, p.221-243.
- Lee C-P., Shim J.P. (2007) An Exploratory Study of Radio Frequency Identification (RFID) Adoption in the Healthcare Industry”, *European Journal of Information Systems*, vol. 16, n°6, p.712-724.
- Lee J.Y.H, Hsu C., Silva L. (2020) “What Lies Beneath: Unravelling the Generative Mechanisms of Smart Technologies and Service Design”, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 21, n°6, p.1621-1643.
- Legg C, Hookway C. (2021) “Pragmatism”, in E.N. Zalta (ed), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Summer 2021 edition, accessible à l’adresse <https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/pragmatism>
- Lei Y., Guo Y., Zhang Y., Cheung W. (2021), “Information Technology and Service Diversification: A Cross-level Study in Different Innovation Environments”, *Information & Management*, vol. 58, 103432.
- Leidner D.E. (2018) “Review and Theory Symbiosis: An Introspective Retrospective”, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 19, n°6, p.552-567.
- Leidner D.E. (2020) “What’s in a Contribution”, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 21, n°1, p.238-245.
- Leminen S., Rajahonka M., Westerlund M., Wendelin R. (2018) “The Future of the Internet of Things: Toward Heterarchical Ecosystems and Service Business Model”, *Journal of Business & Industrial Marketing*, vol. 33, n°6, p.749-767.
- Leminen S., Rajahonka M., Wendelin R., Westerlund M. (2020) “Industrial Internet of Things Business Models in the Machine-to-Machine Context”, *Industrial Marketing Management*, vol. 84, p.298-311.
- Leonard-Barton D. (1990) “A Dual Methodology for Case Studies: Synergistic Use of A Longitudinal Single Site with Replicated Multiple Sites”, *Organization Science*, vol. 1, n°3, p.248-266.
- Leonardi P.M. (2013) “Theoretical Foundations for the Study of Sociomateriality”, *Information and Organization*, vol.23, n°2, p.59-76.
- Leong G.K, Snyder D.L., Ward P.T. (1990) “Research in the Process and Content of Manufacturing Strategy”, *Omega*, vol. 18, n°2, p.109-122.
- Lerch F.J., Harter D.E. (2001) “Cognitive Support for Real-Time Dynamic Decision Making”, *Information Systems Research*, vol. 12, n°1, p.63-82.
- Leung J., Cheung W., Chu S-C. (2014) “Aligning RFID Applications with Supply Chain Strategies”, *Information & Management*, vol. 51, n°2, p.269-269.
- Lewin K. (1951) *Field Theory in Social Science: Selected Theoretical Papers*, Harper & Row, New York.
- Lewis C.I. (1946) *An Analysis of Knowledge and Valuation*, The Open Court Publishing Company, La Salle.
- Li S., Xu L.D., Zhao S. (2015) “The Internet of Things: A Survey”, *Information Systems Frontier*, vol. 17, p.243-259.
- Li T., van Heck E., Vervest P. (2009) “Information Capability and Value Creation Strategy: Advancing Revenue Management through Mobile Ticketing Technologies”, *European Journal of Information Systems*, vol. 18, n°1, p.38-51.
- Loon M., Otaye-Ebede L., Stewart J. (2020) “Thriving the New Normal: The HR Microfoundations of Capabilities for Business Model Innovation. An Integrated Literature Review”, *Journal of Management Studies*, vol. 57, n°3, p.698-726.
- Lu Y., Ramamurthy K.R. (2011) “Understanding the Link between Information Technology Capability and Organizational Agility: An Empirical Examination”, *MIS Quarterly*, vol. 35, n°4, p.931-954.
- Lucia-Palacios L., Bordonaba-Juste V., Polo-Redondo Y., Grünhagen M. (2016) “Complementary IT Resources for Enabling Technological Opportunism”, *Information & Management*, vol.53, n°5, p.654-667.

- Luoma J., Martela F. (2021) “A Dual-processing view of three Cognitive Strategies in Strategic Decision Making: Intuition, Analytic Reasoning, and Reframing”, *Long Range Planning*, vol. 54, n°3, 102065.
- Lycett M. (2013) “Datafication: Making Sense of (big) Data in a Complex World”, *European Journal of Information Systems*, vol. 22, n°4, p.381-386.
- Maccdonald C. (2005) *Varieties of Things: Foundations of Contemporary Metaphysics*, Blackwell Publishing, Malden.
- Mahadevan B. (2000) “Business Models for Internet-Based E-Commerce: An Anatomy”, *California Management Review*, vol. 42, n°4, p.55-69.
- Mahmood M.A. (1993) “Associating Organizational Strategic Performance with Information Technology Investment: An Exploratory Research”, *European Journal of Information Systems*, vol. 2, n°3, p.185-200.
- Makadok R. (2001) “Toward a Synthesis of the Resource-based and Dynamic-capability views of Rent Creation”, *Strategic Management Journal*, vol.22, n°5, p.387-401.
- Makadok R., Burton R., Barney J. (2018) “A practical Guide for Making Theory Contributions in Strategic Management”, *Strategic Management Journal*, vol. 39, n°6, p.1530-1545.
- Mandrella M., Trang S., Kolbe L.M. (2020) “Synthesizing and Integrating Research on IT-based Value Cocreation: A Meta-Analysis”, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 21, n°2, p.388-427.
- Manicas P. (1998) “A Realist Social Science” in M. Archer, R. Bhaskar, A. Collier, T. Lawson and A. Norrie (eds), *Critical Realism – Essential Readings*, Routledge, London, United Kingdom, p.311-338.
- Mantere S., Ketokivi M. (2013) “Reasoning in Organizational Science”, *Academy of Management Review*, vol. 38, n°1, p.70-89.
- March J.G. (1994), *A Primer on decision making. How decisions happen*, The Free Press, New York.
- Markides C. (2013) “Business Model Innovation: What Can the Ambidexterity Literature Teach Us?”, *The Academy of Management Perspectives*, vol. 27, n°4, p.313-323.
- Markides C. (2015) “How Established Firms Exploit Disruptive Business Model Innovation: Strategic and Organizational Challenges” in N.J. Foss and T. Saebi (eds), *Business Model Innovation: The Organizational Dimension*, Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, p.123-144.
- Markus M.L. (1999) “Thinking the Unthinkable: What Happens if the IS Field as We Know it Goes Away?” in W. Currie and B. Galliers (eds), *Rethinking Management Information Systems*, Oxford University Press, New York, USA, p.175-203.
- Markus M.L. (2004) “Technochange Management: Using IT to Drive Organizational Change”, *Journal of Information Technology*, vol.19, n°1, p.4-20.
- Markus M.L., Robey D. (1998) “Information Technology and Organizational Change: Causal Structure in Theory and Research”, *Management Science*, vol. 34, n°5, p.583-598.
- Markus M.L., Rowe F. (2018) “Is IT Changing the World? Conceptions of Causality for Information Systems Theorizing”, *MIS Quarterly*, vol. 42, n°4, p.1255-1280.
- Martínez-Sánchez A., Vicente-Oliva S., Pérez-Pérez M. (2020) “The Strategy of Human Resource Flexibility versus Absorptive Capacity of Knowledge: An Integrative Framework in Industrial Firms”, *European Journal of Innovation Management*, vol. 24, n°2, p.315-337.
- Martínez-Sánchez A., María-José V-J., Pérez-Pérez M., de-Luis-Carnicer P. (2011) “The Dynamic of Labour Flexibility: Relationships between Employment Type and Innovativeness”, *Journal of Management Studies*, vol. 48, n°4, p.715-736.
- Martins L.L., Rindova V.P., Greenbaum B.E. (2015) “Unlocking the Hidden Value of Concepts: A Cognitive Approach to Business Model Innovation”, *Strategic Entrepreneurship Journal*, vol. 9, n°1, p.99-117.
- Massa L., Tucci C., Afuah A. (2017) “A Critical Assessment of Business Model Research”, *Academy of Management Annals*, vol. 11, n°1, p.73-104.
- Matthes E.H (2015) “Impersonal Value, Universal Value, and the Scope of Cultural Heritage”, *Ethics*, vol. 125, n°4, p.999-1027.
- McGahan A.M., Silverman B.S. (2006) “Profiting from Technological Innovation by Others: The Effect of Competitor Patenting on firm Value”, *Research Policy*, vol. 35, n°8, p.1222-1242.
- Melville N., Kraemer K., Gurbaxani V. (2004) “Information Technology and Organizational Performance: An Integrative Model of IT Business Value”, *MIS Quarterly*, vol. 28, n°2, p.283-322.
- Metallo C., Agrifoglio R., Schiavone F., Mueller J. (2018) “Understanding Business Model in the Internet of Things industry”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 136, p.298-306.
- Mettler T., Wulf J. (2019) “Physiolitics at the Workplace: Affordances and Constraints of Wearables use from and Employee’s Perspective”, *Information Systems Journals*, vol. 29, n°1, p.245-273.
- Mikalsen M., Monteiro E. (2021), “Acting with Inherently Uncertain Data: Practices of Data-Centric Knowing”, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 22, n°6, p.1715-1735.
- Miles M.B., Huberman A.M. (1994) *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*, Sage Publications, Thousand Oaks.

- Milgrom P., Roberts J. (1990) "The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization", *The American Economic Review*, vol. 80, n°3, p.511-528
- Milgrom P., Roberts J. (1995) "Complementarities and Fit Strategy, Structure, and Organizational Change in Manufacturing", *Journal of Accounting and Economics*, vol. 19, n°2, p.179-208.
- Miller J.G., Roth A.V. (1994) "A Taxonomy of Manufacturing Strategies", *Management Science*, vol. 40, n°3, p.285-304.
- Mingers J. (2004) "Real-izing Information Systems: Critical Realism as an Underpinning Philosophy for Information Systems", *Information and Organization*, vol. 14, n°2, p.87-103.
- Mingers J., Standing C. (2020) "A Framework for Validating Information Systems Research Based on a Pluralist Account of Truth and Correctness", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 21, n°1, p.117-151.
- Mingers J., Mutch A., Willcocks L. (2013) "Critical Realism in Information Systems Research", *MIS Quarterly*, vol. 37, n°3, p.795-802.
- Monteiro E., Parmiggiani E. (2019) "Synthetic Knowing: The Politics of the Internet of Things", *MIS Quarterly*, vol. 43, n°1, p.167-184.
- Moore A. (1953) "What is Value? An Essay in Philosophical Analysis by Everett W. Hall", *Ethics*, vol. 63, n°3, p.214-217.
- Moore G.E. (1993) "G.E. Moore Selected Writings" in T. Baldwin (ed), *G.E. Moore Selected Writings*, Routledge, London.
- Mueller B., Urbach N. (2017) "Understanding the Why, What, and How of Theories in IS Research", *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 41, p.349-388.
- Mutch A. (2013) "Sociomateriality – Taking the Wrong Turing?", *Information and Organization*, vol.23, n°1, p.28-40.
- Myers M.D., Klein H.K. (2011) "A Set of Principles for Conducting Critical Research in Information Systems", *MIS Quarterly*, vol. 35, n°1, p.17-36.
- Nagel T. (1986) *The View from Nowhere*, Oxford University Press, Oxford.
- Nahm A.Y., Vonderembse M.A., Koufteros X.A. (2003) "The Impact of Organizational Structure on Time-Based Manufacturing and Plant Performance", *Journal of Operations Management*, vol. 21, n°3, p.281-306.
- Nambisan S., Lyytinen K., Majchrzak A., Song M. (2017) "Digital Innovation Management: Reinventing Innovation Management Research in a Digital World", *MIS Quarterly*, vol. 41, n°1, p.223-238.
- Nason R.S., Wiklund J. (2018) "An Assessment of Resource-based Theorizing on Firm Growth and Suggestions for the Future", *Journal of Management*, vol. 44, n°1, p.32-60.
- Nelson R.R., Todd P.A., Wixom B.H. (2005) "Antecedents of Information and System Quality: An Empirical Examination within the Context of Data Warehousing", *Journal of Management Information Systems*, vol. 21, n°4, p.199-235.
- Nelson R., Winter S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press, Cambridge.
- Nevo S., Nevo D., Ein-Dor P. (2009) "Thirty Years of IS Research: Core Artifacts and Academic Identity", *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 25, p.221-242.
- Nevo S., Nevo D., Ein-Dor P. (2010) "Classifying Information Technologies: A Multidimensional Scaling Approach", *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 25, p.831-842.
- Newbert S.L., David R.J., Han S-K. (2014) "Rarely Pure and Never Simple: Assessing Cumulative Evidence in Strategic Management", *Strategic Organization*, vol. 12, n°2, p.142-154.
- Nicolescu R., Huth M., Radanliev P. (2018) "Mapping the Values of IoT", *Journal of Information Technology*, vol. 33, n°4, p.345-360.
- Nielsen P.A., Persson J.S. (2017) "Useful Business Cases: Value Creation in IS Projects", *European Journal of Information Systems*, vol.26, n°1, p.66-83.
- Niiniluoto I. (1999) "Defending Abduction", *Philosophy of Science*, vol. 66, p.436-451.
- Ning F., Shi Y., Cai M., Xu W., Zhang X. (2020) "Manufacturing Cost Estimation Based on a Deep-Learning Method", *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 54, p.186-195.
- Oberländer A.M., Röglinger M., Rosemann M., Kees A. (2018) "Conceptualizing Business-to-Thing Interactions – A Sociomaterial Perspective on the Internet of Things", *European Journal of Information Systems*, vol. 27, n°4, p.486-502.
- Oberländer A.M., Röglinger M., Roseman M. (2021) "Digital Opportunities for Incumbents – A Resource Centric Perspective", *Journal of Strategic Information Systems*, vol. 30, n°3, 101670.
- Ojala A. (2016) "Business Models and Opportunity Creation: How IT Entrepreneurs Create and Develop Business Models under Uncertainty", *Information Systems Journals*, vol. 26, n°5, p.541-476.
- Olsen T.L., Tomlin B. (2020) "Industry 4.0: Opportunities and Challenges for Operations Management", *Manufacturing & Service Operations Management*, vol. 22, n°1, p.113-122.
- Orlikowski W.J. (2007) "Sociomaterial Practices: Exploring Technology at Work", *Organization Studies*, vol. 28, n°9, p.1435-1448.

- Østerlie T., Monteiro E. (2020) "Digital Sand: The becoming of Digital Representations", *Information and Organization*, vol.30, n°1, 100275.
- Østerlie T., Almklov P., Hepsø V. (2012) "Dual Materiality and Knowing in Petroleum Production", *Information and Organization*, vol. 22, n°2, p.85-105.
- Osterwalder A., Pigneur Y. (2010) *Business Model Generation*, John Wiley & Sons, Hoboken.
- Osterwalder A., Pigneur Y. (2013) "Designing Business Models and Similar Strategic Objects: The Contribution of IS", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 14, n°5, p.237-244.
- Osterwalder A., Pigneur Y., Tucci C.L. (2005) "Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept", *Communications of Association for Information Systems*, vol. 16, p.1-25.
- Osterwalder A., Pigneur Y., Etienne F., Smith A. (2020) *The Invincible Company*, John Wiley & Sons, Hoboken.
- Otondo R.F., Pearson A.W., Pearson R.A., Shaw J.C., Shim J.P. (2009) "Managerial Problem-solving in the Adoption of Radio Frequency Identification Technologies", *European Journal of Information Systems*, vol. 18, n°6, p.553-569.
- Outhwaite W. (1998) "Realism and Social Science" in M. Archer, R. Bhaskar, A. Collier, T. Lawson and A. Norrie (eds), *Critical Realism – Essential Readings*, Routledge, London, United Kingdom, p.282-296.
- Paiola M., Gebauer H. (2020) "Internet of Things Technologies, Digital Servitization and Business Model Innovation in BtoB Manufacturing Firms", *Industrial Marketing Management*, vol. 89, p.245-264.
- Pamuru V., Khern-am-nuai W., Kannan K. (2021), "The Impact of an Augmented-Reality Game on Local Businesses: A Study of Pokémon Go on Restaurants", *Information Systems Research*, vol.32, n°3, p.950-966.
- Papert M., Pflaum A. (2017) "Development of an Ecosystem Model for the Realization of Internet of Things (IoT) Services in Supply Chain Management", *Electronic Markets*, vol. 27, n°2, p.175-183.
- Parasuraman R., Riley V. (1997) "Human and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse", *Human Factors: The Journal of Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 39, n°2, p.230-253.
- Paré G., Boudreau S., Marsan J., Nach H., Shuraida S. (2008) "Re-examining the Causal Structure of Information Technology Impact Research", *European Journal of Information Systems*, vol. 17, n°4, p.403-416.
- Park S.H., Shin W.S., Park Y.H., Lee Y. (2017) "Building a New Culture for Quality Management in the Era of the Fourth Industrial Revolution", *Total Quality Management*, vol. 28, n°9, p.934-945.
- Patel P.C., Jayaram J. (2014) "The Antecedents and Consequences of Product Variety in New Ventures: An Empirical Study", *Journal of Operations Management*, vol. 32, n°1-2, p.34-50.
- Pateli A.G., Giaglis G.M. (2016) "A Research Framework for Analysing eBusiness Models", *European Journal of Information Systems*, vol. 13, n°4, p.302-314.
- Payne A., Frow P., Eggert A. (2017) "The Customer Value Proposition: Evolution, Development, and Application in Marketing", *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 45, n°4, p.467-489.
- Payne A., Frow P., Steinhoff L., Eggert A. (2020) "Toward A Comprehensive Framework of Value Proposition Development: From Strategy to Implementation", *Industrial Marketing Management*, vol. 87, p.244-255.
- Penrose E. (1959), *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford University Press, Oxford.
- Penrose E. (2009) *The Theory of The Growth of the Firm*, Oxford University Press, Oxford Fourth Edition.
- Peppard J., Ward J. (2004) "Beyond Strategic Information Systems: Towards an IS Capability", *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 13, n°2, p.167-194.
- Pessot E., Zangiacomì A., Battistella C., Rocchi V., Sala A., Sacco M. (2020) "What Matters in Implementing the Factory of the Future: Insights from a Survey in European Manufacturing Regions", *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 32, n°3, p.795-819.
- Petricevic O., Teece D.J. (2019) "The Structural Reshaping of Globalization: Implications for Strategic Sectors, Profiting from Innovation, and the Multinational Enterprise", *Journal of International Business Studies*, vol. 50, n°9, p.1487-1512.
- Pfeffer J., Salancik G.R. (1978) *The External Control of Organizations*, Harper & Row, New York.
- Piccoli G., Ives B. (2005) "IT-Dependent Strategic Initiatives and Sustained Competitive Advantage: A Review and Synthesis of the Literature", *MIS Quarterly*, vol.29, n°4, p.747-776.
- Pierce C.S. (1931) *Collected Papers*, édité par C. Hartshorn and P. Weiss, Cambridge, Harvard University Press.
- Pisano G.P. (2017) "Toward a Prescriptive Theory of Dynamic Capabilities: Connecting Strategic Choice, Learning and Competition", *Industrial and Corporate Change*, vol. 26, n°5, p.747-762.
- Pisano G.P., Teece D.J. (2007) "How to Capture Value from Innovation: Shaping Intellectual Property and Industry Architecture", *California Management Review*, vol. 50, n°1, p.278-296.
- Ployhart R.E., Bartunek J.M. (2019) "Editors' Comments: There is Nothing so Theoretical as Good Practice – A Call for Phenomenal Theory", *Academy of Management Review*, vol. 44, n°3, p.493-497.
- Prahalad C.K., Hamel G. (1990) "The Core Competence of the Corporation", *Harvard Business Review*, May-June, p.78-90.

- Prince K., Barrett M., Oborn E. (2014) “Dialogical Strategies for Orchestrating Strategic Innovation Networks: The Case of Internet of Things”, *Information and Organization*, vol.24, n°2, p.106-127.
- Pritchard D. (2015) “Introduction” in D. Pritchard (ed), *What is this Thing called Philosophy?*, Routledge, New York, USA, p.xii-xiv.
- Puranam P., Singh H., Zollo M. (2003) “A Bird in the Hand or Two in the Bush? Integration Trade-offs in Technology-grafting Acquisitions”, *Academy of Management Journal*, vol. 49, n°2, p.263-280.
- Puranam P., Singh H., Zollo M. (2006) “Organizing for Innovation: Managing the Coordination – Autonomy Dilemma in Technology Acquisitions”, *European Management Journal*, vol. 21, n°2, p.179-184.
- Purvis R.L., Sambamurthy V., Zmud R.W. (2001) “The Assimilation of Knowledge Platforms in Organizations: An Empirical Investigation”, *Organization Science*, vol. 12, n°2, p.117-135.
- Raffaelli R., Glynn M.A., Tushman M. (2019) “Frame Flexibility: The Role of Cognitive and Emotional Framing in Innovation Adoption by Incumbent Firms”, *Strategic Management Journal*, vol. 40, n°7, p.1013-1039.
- Rafferty A.E., Jimmieson N.L., Armenakis A.A. (2013) “Change Readiness: A Multilevel Review”, *Journal of Management*, vol. 39, n°1, p.110-135.
- Ragland C.P., Heidt S. (2001) “Introduction – The Act of Philosophizing” in C.P. Ragland and S. Heidt (eds), *What Is Philosophy*, Yale University Press, New Haven, USA, p.1-24.
- Rahrovani Y., Pinsonneault A. (2020) “Innovative IT Use and Innovating with IT: A Study of the Motivational Antecedents of two different types of Innovative Behaviors”, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 21, n°4, p.936-976.
- Rai A., Pavlou P.A., Im G., Du S. (2012) “Interfirm IT Capability Profiles and Communications for Cocreating Relational Value: Evidence from the Logistics Industry”, *MIS Quarterly*, vol.36, n°1, p.233-262.
- Rai A., Tang X. (2014) “Information Technology-Enabled Business Models: A Conceptual Framework and a Coevolution Perspective for Future Research”, *Information Systems Research*, vol.25, n°1, p.1-14.
- Ramasubbu N., Kemerer C.F. (2016) “Technical Debt and the Reliability of Enterprise Software Systems: A Competing Risk Analysis”, *Management Science*, vol. 62, n°5, p.1487-1510.
- Ransbotham S., Fichman R.G., Gopal R., Gupta A. (2016) “Ubiquitous IT and Digital Vulnerabilities”, *Information Systems Research*, vol. 27, n°4, p.1-14.
- Rauch A., van Doorn R., Willem H. (2014) “A Qualitative Approach to Evidence-Based Entrepreneurship: Theoretical Considerations and an Example Involving Business Clusters”, *Entrepreneurship Theory and Practice*, vol. 38, n°2, p.333-368.
- Raz J. (2001) *Value, Respect, and Attachment*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Revelli C., Viviani J-L. (2013) “Performance financière de l’investissement socialement responsable (ISR) : une méta-analyse”, *Finance Contrôle Stratégie*, vol. 15, n°4, p.2-32.
- Reynolds S.L. (2006) “Realism and the Meaning of Real”, *Noûs*, vol. 40, n°3, p.468-494.
- Ritter T., Lettl C. (2018) “The Wider Implications of Business-Model Research”, *Long Range Planning*, vol. 51, n°1, p.1-8.
- Rodogno R. (2016) “Prudential Value or Well-Being” in T. Brosch and D. Sander (eds), *Handbook of Value – Perspectives from Economics, Neuroscience, Philosophy, Psychology, and Sociology*, Oxford University Press, Great Clarendon, United Kingdom, p.287-312.
- Roh J.J., Kunnathur A., Tarafdar M. (2009) “Classification of RFID Adoption: An Expected Benefits Approach”, *Information & Management*, vol. 46, n°6, p.357-363.
- Rolland K.H., Mathiassen L., Rai A. (2018) “Managing Digital Platforms in User Organizations: The Interactions Between Digital Options and Digital Debt”, *Information Systems Research*, vol. 29, n°2, p.419-443.
- Romero D., Stahre J., Taisch M. (2020) “The Operator 4.0: Towards Socially Sustainable Factories of the Future”, *Computers & Industrial Engineering*, vol. 139, 106128.
- Rong K., Hu G., Lin Y., Shi Y., Guo L. (2015) “Understanding Business Ecosystem Using a 6C Framework in Internet-of-Things-based Sectors”, *International Journal of Production Economics*, vol. 159, p.41-55.
- Roscoe S., Cousins P.D., Handfield R. (2019) “The Microfoundations of an Operational Capability in Digital Manufacturing”, *Journal of Operations Management*, vol. 65, n°8, p.774-793.
- Rosenthal R. (1991) *Meta-analytic Procedures for Social Research*, Sage, Beverly Hills.
- Rossit D.A., Tohmé F., Frutos M. (2019) “Industry 4.0: Smart Scheduling”, *International Journal of Production Research*, vol. 57, n°12, p.3802-3813.
- Rotolo D., Hicks D., Martin B.R. (2015) “What is an Emerging Technology?”, *Research Policy*, vol. 44, n°10, p.1827-1843.
- Rowe F. (2014) “What Literature Review is not: Diversity, Boundaries, and Recommendations”, *European Journal of Information Systems*, vol. 23, n°3, p.241-255.
- Rowe F. (2018) “Being Critical is Good, but Better with Philosophy! From Digital Transformation and Values to the Future of IS Research”, *European Journal of Information Systems*, vol.27, n°3, p.380-393.

- Rowe F. (2020) "Contact Tracing Apps and Values Dilemmas: A Privacy Paradox in a Neo-Liberal World", *International Journal of Information Management*, vol.55, 102178.
- Rowe F., Markus M.L. (2021) "Theoretical Diversity in IS Research: A Causal Structure Framework" in N.R. Hassan and L.P. Willcocks (Eds), *Advancing Information Systems Theories: Rationale and Processes*, Palgrave Macmillan, Cham, Switzerland, p.75-130.
- Rowe F., Ngwenyama O., Richet J-L. (2020) "Contact-Tracing Apps and Alienation in the Age of COVID-19", *European Journal of Information Systems*, vol.29, n°5, p.545-562.
- Rugman A.M., Verbeke A. (2002) "Edith Penrose's Contribution to the Resource-based View of Strategic Management", *Strategic Management Journal*, vol. 23, n°8, p.769-780.
- Rymaszeskwa A., Helo P., Gunasekaran A. (2017), "IoT Powered Servitization of Manufacturing – an Exploratory Case Study", *International Journal of Production Economics*, vol. 192, n°C, p.92-105.
- Safizadeh M.H., Ritzman L.P., Debasish M. (2000) "Revisiting Alternative Theoretical Paradigms in Manufacturing Strategy", *Production and Operations Management*, vol. 9, n°2, p.111-126.
- Salvato C., Vassolo R. (2018) "The Sources of Dynamism in Dynamic Capabilities", *Strategic Management Journal*, vol. 39, n°6, p.1728-1752.
- Sandberg J., Alvesson M. (2020) "Meaning of Theory: Clarifying Theory through Typification", *Journal of Management Studies*, vol. 58, n°2, p.487-516.
- Santos M.Y., e Sá J.O., Andrade C., Lima F.V. (2017) "A Big Data System Supporting Bosch Braga Industry 4.0 Strategy", *International Journal of Information Management*, vol. 37, n°6, p.750-760.
- Sarker S., Chatterjee S., Xiao X. (2019) "The Sociotechnical Axis of Cohesion for the IS Discipline: Its Historical Legacy and its Continued Relevance", *MIS Quarterly*, vol. 43, n°3, p.695-719.
- Sarmiento R., Whelan G., Thürer M., Bribiescas-Silva F.A. (2019) "Fifty Years of the Strategic Trade-Offs Model: In Memory and Honor of Wickham Skinner", *IEEE Engineering Management Review*, vol. 47, n°2, p. 92-96.
- Sayer A. (1992) *Method in Social Science – A Realist Approach*, Routledge, London.
- Sayer A. (2000) *Realism and Social Science*, Sage Publications, London.
- Scheffler J. (2010) *Equality and Tradition*, Oxford University Press, Oxford.
- Scheler M. (1973) *Formalism in Ethics and Non-formal Ethics of Value*, Northwestern University Press, Evanston.
- Schiavone F., Paolone F., Mancini D. (2019) "Business Model Innovation for Urban Smartization", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 142, p.210-219.
- Schilling M.A. (2000) "Toward a General Modular Systems Theory and its Application to Interfirm Product Modularity", *Academy of Management Review*, vol. 25, n°2, p.312-334.
- Schilling M.A., Steensma H.K. (2001) "The Use of Modular Organizational Forms: An Industry-Level Analysis", *Academy of Management Journal*, vol. 44, n°6, p.1149-1168.
- Schroeder A., Bigdeli A.Z., Zarco C.G., Baines T. (2019) "Capturing the Benefits of Industry 4.0: A Business Network Perspective", *Production Planning & Control*, vol. 30, n°16, p.1305-1321.
- Schryen G. (2013) "Revisiting IS Business Value Research: What we already know, what we still need to know, and how can get there", *European Journal of Information Systems*, vol.22, n°2, p.139-169.
- Schryen G. (2015) "Writing Qualitative IS Literature Review – Guidelines for Synthesis, Interpretation, and Guidance of Research", *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 37, p.286-325.
- Schumpeter J.A. (1942), *Capitalism, Socialism, and Democracy*, Harper, New York.
- Seetharaman A., Patwa N., Saravanan A.S., Sharma A. (2019) "Customer Expectation from Industrial Internet of Things (IIoT)", *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 30, n°8, p.1161-1178.
- Shao Z., Li X., Wang Q (2022), "From Ambidextrous Learning to Digital Creativity: An Integrative Theoretical Framework", *Information Systems Journals*, Forthcoming.
- Sharma R., Mithas S., Kankanhalli A. (2014) "Transforming Decision-making Processes: A Research Agenda for Understanding the Impact of Business Analytics on Organizations", *European Journal of Information Systems*, vol. 23, n°4, p.433-441.
- Shivajee V., Singh R.Kr., Rastogi S. (2019) "Manufacturing Conversion Cost Reduction using Quality Control Tools and Digitization of Real-Time Data", *Journal of Cleaner Production*, vol. 237, 117678.
- Shrivastava P., Mitroff I.I., Alvesson M. (1987) "Nonrationality in Organizational Actions", *International Studies of Management & Organization*, vol. 17, n°3, p.90-109.
- Sidorova A., Evangelopoulos N., Valacich J.S., Ramakrishnan T. (2008) "Uncovering the Intellectual Core of the Information Systems Discipline", *MIS Quarterly*, vol. 32, n°3, p.467-482.
- Singh P.J., Wiengarten F., Nand A.N., Betts T. (2015) "Beyond the Trade-off and Cumulative Capabilities Models: Alternative Models of Operations Strategy", *International Journal of Production Research*, vol. 53, n°13, p.4001-4020.
- Simon H.A. (1967), "The Logic of Heuristic Decision Making", In N. Rescher (ed), *The Logic of Decision and Action*, The University of Pittsburg, Pittsburg, p.1-20.

- Sinclair A. (2008) *What Is Philosophy? An Introduction*, Dunedin, Edinburgh.
- Siponen M., Tsohou A. (2018) "Demystifying the Influential IS Legends of Positivism", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 19, n°7, p.600-617.
- Siponen M., Klaavuniemi T. (2021) "On Natural Science Beliefs in IS: Short Comments to Commentators", *Journal of Information Technology*, vol. 36, n°1, p.90-92.
- Siponen M., Soliman W., Holtkamp P (2021) "Research Perspectives: Reconsidering the Role of Research Method Guidelines for Interpretive, Mixed Methods, and Design Science Research", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 22, n°4, p.1176-1196.
- Sirmon D.G., Hitt M.A., Ireland R.D., Gilbert B.A. (2011) "Resource Orchestration to Create Competitive Advantage: Breadth, Depth, and Life Cycle Effects", *Journal of Management*, vol. 37, n°5, p.1390-1412.
- Skeggs B. (2014) "Values beyond Value? Is Anything beyond the Logic of Capital?", *The British Journal of Sociology*, vol. 65, n°1, p.1-20.
- Skinner W. (1969) "Manufacturing – Missing link in the Corporate Strategy", *Harvard Business Review*, vol. 47, n°3, p.136-145.
- Skinner W. (1978) *Manufacturing in the Corporate Strategy*, John Wiley & Sons, New York.
- Skinner W. (1996a) "Manufacturing Strategy on the "S" curve", *Production and Operations Management*, vol. 5, n°1, p.3-14.
- Skinner W. (1996b) "Three Yards and a Cloud of Dust: Industrial Management at Century End", *Production and Operations Management*, vol. 5, n°1, p.15-24.
- Smith B., Thomas A. (1998) "Axiology" in E. Craig (ed), *Routledge Encyclopedia of Philosophy*, Routledge.
- Soh C., Markus M.L. (1995) "How IT Creates Business Value: A Process Theory Synthesis", in J.I. DeGross, G. Ariav, C. Beath, R. Hoyer and C. Kemerer (Eds.), *Proceedings of the 16th International Conference on Information Systems*, Amsterdam, The Netherlands, p.29-41.
- Somogyi E.K., Galliers R.D. (1987) "Applied Information Technology: From Data Processing to Strategic Information Systems", *Journal of Information Technology*, vol. 2, n°1, p.30-41.
- Sørensen A. (2002) "Value, Business and Globalisation – Sketching a Critical Conceptual Framework", *Journal of Business Ethics*, vol. 39, n°1/2, p.161-167.
- Sosna M., Treviño-Rodríguez R-N., Velamuri S.R. (2010) "Business Model Innovation through Trial-and-Error Learning", *Long Range Planning*, vol. 43, n°2-3, p.383-407.
- Stahl B.C. (2007) "Ontology, Life-World, and Responsibility in IS" in R. Sharman, R. Kishore and R. Ramesh (Eds.), *Ontologies – A Handbook of Principles, Concepts, and Applications in Information Systems*, Springer-Verlag, New York, USA, p.143-169.
- Steinhauser S., Doblinger C., Hüsigg S. (2020) "The Relative Role of Digital Complementary Assets and Regulation in Discontinuous Telemedicine Innovation in European Hospitals", *Journal of Management Information Systems*, vol. 37, n°4, p.1155-1183
- Steininger D.M. (2019) "Linking Information Systems and Entrepreneurship: A Review and Agenda for IT-associated and Digital Entrepreneurship Research", *Information Systems Journals*, vol. 29, n°2, p.363-407.
- Stieglitz N., Heine K. (2007) "Innovations and the Role of Complementarities in a Strategic Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, vol. 28, n°1, p.1-15.
- Stingl V., Joana G. (2021) "A Research Agenda for Studying Project Decision-behaviour through the Lenses of Simple Heuristics", *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 162, 120367.
- Straub D.W. (2009) "Editor's Comments: Why Top Journals Accept Your Paper", *MIS Quarterly*, vol. 33, n°3, p.iii-x.
- Strauss A., Corbin J. (1998) *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory* (2nd ed), Sage, Thousand Oaks.
- Suppatvech C., Godsell J., Day S. (2019) "The Roles of Internet of Things Technology in Enabling Servitized Business Models: A Systematic Literature Review", *Industrial Marketing Management*, vol. 82, p.70-86.
- Swanson E.B. (2017) "Theorizing Information Systems as Evolving Technology", *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 41, p.1-17.
- Swanson E.B., Ramiller N.C. (2004) "Innovating Mindfully with Information Technology", *MIS Quarterly*, vol. 28, n°4, p.553-583.
- Tallon P.P. (2014) "Do You See what I See? The Search for Consensus among Executives' Perceptions of IT Business Value", *European Journal of Information Systems*, vol. 23, n°3, p.306-325.
- Tallon P.P., Queiroz M., Coltman T., Sharma R. (2019) "Information Technology and the Search for Organizational Agility: A Systematic Review with Future Research Possibilities", *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 28, n°2, p.218-237.
- Teece D.J. (1986) "Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy", *Research Policy*, vol.15, n°6, p.285-305.
- Teece D.J. (2006) "Reflections on "Profiting from Innovation"", *Research Policy*, vol. 35, n°8, p.1131-1146.

- Teece D.J. (2007) "Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (sustainable) Enterprise Performance", *Strategic Management Journal*, vol. 28, n°13, p.1319-1350.
- Teece D.J. (2010) "Business Models, Business Strategy and Innovation", *Long Range Planning*, vol. 43, n°2-3, p.172-194.
- Teece D.J. (2012) "Dynamic Capabilities: Routines versus Entrepreneurial Action", *Journal of Management Studies*, vol. 49, n°8, p.1395-1401.
- Teece D.J. (2014) "The Foundations of Enterprise Performance: Dynamic and Ordinary Capabilities in an (economic) Theory of Firms", *The Academy of Management Perspectives*, vol. 28, n°4, p.328-352.
- Teece D.J. (2018a) "Profiting from Innovation in the Digital Economy: Enabling Technologies, Standards, and Licensing Models in the Wireless World", *Research Policy*, vol. 47, n°8, p.1367-1387.
- Teece D.J. (2018b) "Business Model and Dynamic Capabilities", *Long Range Planning*, vol. 51, n°1, p.40-49.
- Teece D.J., Pisano G.P., Shuen A. (1997) "Dynamic Capabilities and Strategic Management", *Strategic Management Journal*, vol.18, n°7, p.509-533.
- Teo T.S.H., Srivastava S.C., Ranganathan C., Loo J.W.K. (2011) "A Framework for Stakeholder Oriented Mindfulness: Case of RFID Implementation at YCH Group, Singapore", *European Journal of Information Systems*, vol. 20, n°2, p.201-220.
- Tesch J.F. (2019) in J.F. Tesch (ed), *Business Model Innovation in the Era of Internet of Things*, Springer, Cham, p. 3-48 & 209-256.
- Tesch J.F., Brillinger A-S., Bilgeri D. (2017) "Internet of Things Business Model Innovation and Stage-Gate Process: An Explanatory Analysis", *International Journal of Innovation Management*, vol. 21, n°5, 1740002.
- Testoni M. (2021) "The Market Value Spillovers of Technological Acquisitions: Evidence from Patent-Text Analysis", *Strategic Management Journal*, Forthcoming.
- Thatcher J.B., Wright R.T., Sun H., Zagenczyk T.J., Klein R. (2018) "Mindfulness in Information Technology Use: Definitions, Distinctions, and a New Measure", *MIS Quarterly*, vol. 42, n°3, p.831-847.
- Thiesse F., Al-Kassab J., Fleisch E. (2009) "Understanding the Value of Integrated RFID Systems: A Case Study from Apparel retail", *European Journal of Information Systems*, vol. 18, n°6, p.592-614.
- Tidhar R., Eisenhardt K.M. (2020) "Get Rich or Die Trying ... Finding Revenue Model Fit Using Machine Learning and Multiple Cases", *Strategic Management Journal*, vol. 41, n°7, p.1245-1273.
- Tsai M-C., Lee W., Wu H-C. (2010) "Determinants of RFID Adoption Intention: Evidence from Taiwanese Retail Chains", *Information & Management*, vol. 47, n°5-6, p.255-261.
- Tsai M-C., Lai K-H., Hsu W-C. (2013) "A Study of the Institutional Forces Influencing the Adoption Intention of RFID by Suppliers", *Information & Management*, vol. 50, n°1, p.59-65.
- Tsang E.W.K. (2014) "Case Studies and Generalization in Information Systems Research: A Critical Realist Perspective", *Journal of Strategic Information Systems*, vol. 23, n°2, p.174-186.
- Tsoukas H. (2009) "A Dialogical Approach to the Creation of New Knowledge in Organizations", *Organization Science*, vol. 20, n°6, p.941-957.
- Tu Q., Vonderembse M.A., Ragu-Nathan T.S., Ragu-Nathan B. (2004) "Measuring Modularity-Based Manufacturing Practices and their Impact on Mass Customization Capability: A Customer-Driven Perspective", *Decision Science*, vol. 35, n°2, p.147-168.
- Upton D.M. (1995) "Flexibility as Process Mobility: The Management of Plant Capabilities for Quick Response Manufacturing", *Journal of Operations Management*, vol. 12, n°3-4, p.205-224.
- van Inwagen P. (2009) *Metaphysics*, Westview Press, Boulder.
- VanDerHorn E., Mahadevan S. (2021) "Digital Twin: Generalization, Characterization and Implementation", *Decision Support Systems*, vol.145, 113524.
- Veit D., Clemons E., Benlian A., Buxmann P., Hess T., Kundisch D., Leimeister J.M., Loos P., Spann M. (2014) "Business Models – An Information Systems Research Agenda", *Business and Information Systems Engineering*, vol. 6, n°1, p.45-53.
- Velsberg O., Westergren U.H., Jonsson K. (2020) "Exploring Smartness in Public Sector innovation – Creating Smart Public Services with the Internet of Things", *European Journal of Information Systems*, vol.29, n°4, p.350-368.
- Venkatesh V., Aloysius J.A., Hoehle H., Burton S. (2017) "Design and Evaluation of Auto-ID Enabled Shopping Assistance Artifacts in Customers' Mobile Phones: Two Retail Store Laboratory Experiments", *MIS Quarterly*, vol. 41, n°1, p.83-113.
- Vial G. (2019) "Understanding Digital Transformation: A Review and Research Agenda", *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 28, n°2, p.118-144.
- Vickery S.K., Droge C., Markland R.E. (1993) "Production Competence and Business Strategy: Do they Affect Business Performance?", *Decision Science*, vol. 24, n°2, p.435-455.
- Vishwakarma N.K., Singh R.K., Sharma R.R.K. (2020) "Internet of Things Architectures: Do Organizational Strategies Matter?", *Business Process Management Journal*, vol.26, n°1, p.102-131.

- Vogus T.J., Sutcliffe K.M. (2012) "Organizational Mindfulness and Mindful Organizing: A Reconciliation and Path Forward", *Academy of Management Learning & Education*, vol. 11, n°4, p.722-735.
- Volkoff O., Strong D.M., Elmes M.B. (2007) "Technology Embeddedness and Organizational Change", *Organization Science*, vol. 18, n°5, p.832-848.
- Wade M., Hulland J. (2004) "Review: The Resource-based View and Information Systems Research: Review, Extension, and Suggestions for Future Research", *MIS Quarterly*, vol. 28, n°1, p.107-142.
- Wallace R.J. (2009) "The Publicity of Reasons", *Philosophical Perspectives*, vol.23, n°1, p.471-497.
- Walsh J.P. (1995) "Managerial and Organizational Cognition: Notes from a Trip Down Memory Lane", *Organization Science*, vol. 6, n°3, p.280-321.
- Wang S., Casado M. (2021) "The Cost of Cloud, A Trillion Dollar Paradox", *Andreessen Horowitz*.
- Wang S-J., Wang W-L., Huang C-T., Chen S-C. (2011) "Improving Inventory Effectiveness in RFID-Enabled Global Supply Chain with Grey Forecasting Model", *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 20, n°3, p.307-322.
- Want R. (2010) "An Introduction to Ubiquitous Computing" in J. Krumm (ed), *Ubiquitous Computing Fundamentals*, CRC Press, Boca Raton, USA p.1-35.
- Ward P.T., Bickford D., Leong G.K. (1996) "Configurations of Manufacturing Strategy, Business Strategy, Environment and Structure", *Journal of Management*, vol. 22, n°4, p.597-626.
- Warner K.S.R., Wäger M. (2019) "Building Dynamic Capabilities for Digital Transformation: An Ongoing Process of Strategic Renewal", *Long Range Planning*, vol. 52, n°3., p.326-349.
- Wei J., Lowry P.B., Seedorf S. (2015) "The Assimilation of RFID Technology by Chinese Companies: A Technology Diffusion Perspective", *Information & Management*, vol. 52, n°6., p.628-642.
- Weick K.E., Sutcliffe K.M., Obstfeld D. (1999), "Organizing for High Reliability: Processes of Collective Mindfulness", In R.S. Sutton and B.M. Staw (eds), *Research in Organizational Behavior*, Jai Press, Stanford, vol. 1, p.81-123.
- Weiser M. (1991) "The Computer for the 21st Century", *Scientific American* vol. 265, n°3, p.94-104.
- Wessel L., Baiyere A., Ologeanu-Taddei R., Cha J., Jensen T.B. (2021) "Unpacking the Difference between Digital Transformation and IT-enabled Organizational Transformation", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 22, n°1, p.102-109.
- Wheelwright S.C. (1984) "Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link", *Strategic Management Journal*, vol. 5, n°1, p.77-91.
- Wheelwright S.C., Bowen H.K. (1996) "The Challenge of Manufacturing Advantage", *Production and Operations Management*, vol. 5, n°1, p.59-77.
- Weick K.E. (1989) "Theory Construction as Disciplined Imagination", *Academy of Management Review*, vol. 14, n°4, p.516-531.
- Whitmore A., Agarwal A., Xu L.D. (2015) "The Internet of Things: A Survey of Topics and Trends", *Information Systems Frontier*, vol. 27, p.261-274.
- Wiener M., Saunders C., Marabelli M. (2020) "Big-data Business Models: A Critical Literature Review and Multiperspective Research Framework", *Journal of Information Technology*, vol. 35, n°1, p.66-91.
- Williams M. (2000) "Interpretivism and Generalisation", *Sociology*, vol. 34, n°2, p.209-224.
- Williams C.K., Wynn D.E.Jr. (2018) "A Critical Realist Script for Creative Theorizing in Information Systems", *European Journal of Information Systems*, vol. 27, n°3, p.315-325.
- Winter S.G. (2003) "Understanding Dynamic Capabilities", *Strategic Management Journal*, vol. 24, n°10, p.991-995.
- Wirtz B.W., Pistoia A., Ulrich S., Göttel V. (2016) "Business Models: Origin, Development and Future Research Perspectives", *Long Range Planning*, vol. 43, n°2-3, p.216-226.
- Wong P-K., Ngin P.M. (1997) "Automation and Organizational Performance: The Case of Electronics Manufacturing Firms in Singapore", *International Journal of Production Economics*, vol. 52, n°3, p.257-268.
- Wright R.T., Roberts N., Wilson D. (2017) "The Role of Context in its Assimilation: A Multi-method Study of a SaaS platform in the US nonprofit Sector", *European Journal of Information Systems*, vol. 26, n°5, p.509-539.
- Wu J., Lederer A. (2009), "A Meta-Analysis of the Role of Environment-Based Voluntariness in Information Technology Acceptance", *MIS Quarterly*, vol. 33, n°2, p.419-432.
- Wynn D.E.Jr., Williams C.K. (2012) "Principles of Conducting Critical Realist Case Study Research in Information Systems", *MIS Quarterly*, vol. 36, n°3, p.787-810.
- Wynn D.E.Jr., Williams C.K. (2020) "Recent Advances and Opportunities for Improving Critical Realism-Based Case Study Research in IS", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 21, n°1, p.50-89.
- Xiao X., Jiang W., Luo J. (2019) "Combining Process and Product Information for Quality Improvement", *International Journal of Production Economics*, vol. 207, p.130-143.

- Xie W., Xu X., Liu R., Jin Y., Bai W., Li Q. (2020) "Living in a Simulation? An Empirical Investigation of a Smart Driving-Simulation Testing System", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 21, n°4, p.843-863.
- Yamashina H., Kubo T. (2002) "Manufacturing Cost Deployment", *International Journal of Production Research*, vol. 40, n°16, p.4077-4091.
- Yang S., Xiong G. (2019) "Try It On! Contingency Effects of Virtual Fitting Rooms", *Journal of Management Information Systems*, vol. 36, n°3, p.789-822.
- Yassaee M., Mettler T., Winter R. (2019) "Principles for the Design of Occupational Health Systems", *Information and Organization*, vol.29, n°2, p.77-90.
- Yin R.K. (1994) *Case Study Research: Design and Methods*, Sage, London.
- Yin R.K. (2018) *Case Study Research and Applications: Design and Methods*, Sage Publications, Thousand Oaks.
- Yoo Y., Henfridsson O., Lyytinen K. (2010) "The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research", *Information Systems Research*, vol. 21, n°4, p.724-735.
- Zammuto R.F., O'Connor E.J. (1992) "Gaining Advanced Manufacturing Technologies' Benefits: The Roles of Organization Design and Culture", *Academy of Management Review*, vol. 17, n°4, p.701-728.
- Zhang M., Guo H., Huo B., Zhao X., Huang J. (2019) "Linking Supply Chain Quality Integration with Mass Customization and Product Modularity", *International Journal of Production Economics*, vol. 207, p.227-235.
- Zhang Y., Zhang J. (2021), "Catch Them All: Impacts of Location-Based Augmented Reality Mobile Applications on Local Businesses", *Information & Management*, vol. 58, 103550.
- Zhou W., Kapoor G., Piramuthu S. (2009) "RFID-Enabled Item-Level Product Information Revelation", *European Journal of Information Systems*, vol. 18, n°6, p.570-877.
- Zhu K., Dong S., Xu S.X., Kraemer K.L. (2006) "Innovation Diffusion in Global Contexts: Determinants of Post-adoption Digital Transformation of European Companies", *European Journal of Information Systems*, vol. 15, n°6, p.601-616.
- Zollo M., Winter S.G. (2002) "Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities", *Organization Science*, vol. 13, n°3, p.339-351.
- Zott C., Amit R. (2007) "Business Model Design and the Performance of Entrepreneurial Firms", *Organization Science*, vol. 18, n°2, p.181-199.

ANNEXES

Annexe 1.1 : Papier soumis à la conférence 2022 de l'AIM et discutant de l'importance de la prise en compte de la valorisation positionnelle (voir la note de bas de page n°47 à la page 48 du manuscrit)



Is Market-Based Value Really A Good Proxy of IS Business Value? An Analysis from the Perspective of Asymmetry and Positional Valuing

Rostand Affogbolo
(Accepted paper)

Abstract:

Market-based approaches to examining IS business value often claim to be better than case studies, fieldwork, surveys, anecdotal evidence to reflect the true value of IS investments. They criticize the likely biases and manipulations to which these approaches are exposed and which lead to equivocal conclusions. Consequently, they argue that they are more legitimate in investigating the business value of information systems since capital markets are efficient and investors are rational. Indeed, they rely on investors' perceptions and interpretations about organizations' IS investments. However, considering the literatures on asymmetry (in strategy and finance) and positional valuing (in philosophy), investors in capital markets do not appear to occupying the right position in relation to IS investments realized by organizations and are exposed to unfavorable information asymmetry compared to the organizations' insiders. As a result, they are unlikely to value IS investments properly, and market-based approaches cannot measure or reflect the true value of IS investments as claimed by their proponents. More broadly, the paper questions the legitimacy of the market-based approaches in comparison with the other research fashions they criticize, the latter at least having the merit of relying on insiders who are well positioned in relation to the IS implemented by organizations and who have the capacity to really value them. In so doing, the paper complements and at the same time challenges the IS literature that draws on market-based approaches to examine the business value of information systems.

Keywords: IS investments, Business value, Market-based approaches, Asymmetry, Positional valuing.



La valeur marché est-elle réellement un bon indicateur de la valeur des SI pour les organisations ? Une analyse suivant la perspective de l'asymétrie et de la valorisation positionnelle

Rostand Affogbolo
(Papier soumis)

Résumé :

Les approches fondées sur le marché des capitaux pour examiner la valeur des SI pour les organisations prétendent souvent être meilleures que les études de cas, les ethnographies, les enquêtes par sondage, les illustrations par anecdotes pour rendre compte de la véritable valeur des investissements SI. Elles critiquent les biais et les manipulations auxquels ces approches s'exposent et conduisant à des résultats équivoques. Elles soutiennent donc être plus légitimes pour examiner la valeur des systèmes d'information pour les organisations, les marchés de capitaux étant efficients et les investisseurs rationnels. En effet, elles s'appuient sur les perceptions et les interprétations qu'ont les investisseurs concernant les investissements SI des organisations. Cependant, en considérant les littératures sur l'asymétrie (en stratégie et finance) et la valorisation positionnelle (en philosophie), les investisseurs sur les marchés de capitaux ne semblent pas occuper la bonne position par rapport aux SI et sont exposés à de l'asymétrie informationnelle défavorable par rapport aux parties prenantes internes des organisations. Par conséquent, il est peu probable qu'ils valorisent de manière appropriée les investissements SI, et les approches se fondant sur le marché des capitaux ne peuvent donc pas rendre compte de la véritable valeur des investissements SI comme le prétendent leurs partisans. Plus largement, le papier questionne la légitimité des approches marché en comparaison des autres approches de recherche qu'elles critiquent, ces dernières ayant au moins le mérite de s'appuyer sur des parties prenantes internes bien positionnées par rapport aux SI que mettent en œuvre les organisations et qui ont la capacité de les valoriser réellement. Ce faisant, l'article complète et en même temps challenge la littérature en MSI s'appuyant sur les approches marché pour examiner la valeur des SI pour les organisations.

Mots clés : Investissements SI, Valeur pour les organisations, Approches fondées sur le marché des capitaux, Asymétrie, Valorisation positionnelle.

Introduction

Demonstrating the value of information systems and technologies to individuals, groups, organizations, and society as a whole remains a critical issue until now. In the information systems (IS) literature, a bulk of work has attempted to do so, with mixed and sometimes conflicting conclusions. Regarding organizations for example, “not all studies have demonstrated clear payoff from IT investment” (Kohli & Devaraj, 2003 p.127). Several papers (Bharadwaj et al., 1999; Hitt & Brynjolfsson, 1996; Kohli & Devaraj, 2003) then report that the equivocal conclusions of past studies on IS business value are due to inadequate measurement and/or time lags in the realization of value that are not taken into account in the analysis. To circumvent these criticized measurement problems, a stream of research has developed in the IS field following the accounting and finance literature. It relies on the returns expected by investors in the capital market to measure the value of IS investments³²⁸ undertaken by organizations. Kohli et al. (2012 p.1145) refer to such a research fashion as a prospective approach to measuring the business value of information systems. It draws on the expected future performance of IS investments. These capital market-based approaches argue that the estimates they develop for the IS business value better reflect the true contribution of information systems to firm value (Bharadwaj et al., 1999 p.1011; Feng et al., 2021 p.772). For example, Hitt et al. (2002 p.80) claim that “market value-based approaches may better capture the total benefit” of investing in information systems. Likewise, Dos Santos et al. (1993 p.16) assert that capital market-based estimates “are clearly as good as (if not better than) other measures” of the performance of IS investments that have been used in the extant literature. These approaches claim to derive their legitimacy from the assumed efficiency³²⁹ of capital markets (see Bharadwaj et al., 1999 p.1010; Fama et al., 1969 p.1; McWilliams & Siegel, 1997 p.629) and rely on the rationality of investors (Bharadwaj et al., 2009 p.75; MacKinlay, 1997 p.13) whose perceptions and expectations are considered a better proxy of IS business value. However, the legitimacy of these approaches as better reflecting the true value of IS investments is questionable if it is “unreasonable to assume that the market knows more than does the insider/manager of the firm” (Dos Santos et al., 1993 p.11). Often, market-based studies of the IS value criticize field studies, surveys and anecdotes arguing that such work rely either on retrospective performance measures (Kohli et al., 2012 p.1145) or on biased judgement and practices (e.g., biased accounting practices or manipulated accounting procedures) of insiders (Agrawal et al., 2006 p.861; McWilliams & Siegel, 1997 p.626). Without seeking to defend the relevance of fieldwork and surveys, they usually study internal stakeholders and their practices of using and valuing information systems. Internal stakeholders often have the real context knowledge of how information systems are used and/or planned to be used. The same cannot be said about investors in capital markets. For example, investors may follow the market consensus in their pricing of IS investments. They may also base their judgement and returns’ expectation on past experiences of IS investments – and their successes or failures – in the same or a nearby industry (see Barua & Mani, 2018). However, market consensus and/or past experiences of IS investments do not inform on the specifics of a focal organization. They do not reveal the subtleties of implementation in a particular context and do not necessarily point to all the various intangible assets required for a successful implementation. Therefore, *can investors really*

³²⁸ For the purposes of this paper, IS investments undertaken by organizations refer equally to IS acquisition, IS adoption, IS implementation, IS use and their other synonyms.

³²⁹ “Market efficiency implies that stock prices incorporate all relevant information that is available to market traders. If this is true, then any financially relevant information that is newly revealed to investors will be quickly (instantaneously) incorporated into stock prices” (McWilliams & Siegel, 1997 p.630)

value the IS investments undertaken by organizations? Is market value really a good proxy of the true IS business value? Examining these questions is important as the market-based measurement of IS value is a developing research stream in our field, a research stream whose legitimacy remains an unresolved issue from our viewpoint. Indeed, valuing something implies occupying the *right position*³³⁰ in relation to that thing as Scheffler (2010 p.37) suggests in philosophy. This means that things cannot be really or effectively valued by everyone, especially those who do not participate or interact with the thing. Similarly, we argue that IS investments are unlikely to be really or effectively valued by those who are not involved in their actual or planned implementation. In this case, capital market investors do not occupy the right position in relation to organizations' IS investments. Their position creates an asymmetry that is unfavorable to them compared to insiders. As a result, they are unlikely to have the ability to properly value organizations' IS investments. Consistently, we argue that investors' return expectations cannot be considered a *good or relevant proxy* for the true value of IS investments, or the true contribution of IS investments to firm value, as claimed by proponents of market-based approaches (Bharadwaj et al., 1999; Feng et al., 2021). In this paper, we draw on some work in finance and philosophy and to present respectively the notions of asymmetry and positional valuing that we use to question the legitimacy of the IS market-based value research stream. In so doing, the paper complements and at the same time challenges the extant IS literature that relies on market-based approaches to develop measurements of IS business value. In particular, the paper introduces a useful new perspective, the positional valuing, into the IS literature to account for the business value of IS investments.

The rest of the paper is organized as follows. Section 1 presents what value and IS business value refer to. Section 2 then discusses the market-based measurement approaches used in the IS literature to investigate the IS business value. Section 3 discusses the notion of asymmetry that arises from a wrong position in relation to a valuable thing. The importance of position is therefore introduced in section 4. In section 5, the paper builds on the previous sections to point out that market-based approaches do not investigate the true value of IS investments as they claim. The final section is devoted to the conclusion.

1.Value and business value: what do they refer to?

In its original sense, value refers to the worth of a thing³³¹. As the concept of value first emerged and developed in economics, valuing – whose a synonym is valuation – meant an estimate of the worth of a thing (Frankena, 1967 p.636). However, the concept has since developed beyond economics and is now used in other social sciences and humanities. Lewis (1946) and Frankena (1967) for example distinguish several meanings for the concept that can be found in the social sciences: 1- value as the utility or usefulness of something, 2- value that something has as a means to a desirable end (value seen as extrinsic or instrumental), 3- value that something has that is good in itself or regardless the context (value seen as intrinsic or instrumental), 4- value as a good experience or our perception of something as desirable³³² (value seen as inherent), 5- value as an experience or part of an experience that contributes to a whole (value seen as contributory). In management disciplines, however, the original meaning that emerged in economics is still the one that is most widely used to date. In this view, business value (i.e., the value generated for or by organizations) is often associated with measurable improvements in financial, economic or strategic performance. For example, for Barney (1991 p.106), “resources are valuable when they enable a firm to conceive of or implement strategies that improve its efficiency and effectiveness”. As this statement

³³⁰ Emphasis added

³³¹ The Blackwell Dictionary of Western Philosophy, Blackwell Publishing, 2004 p.721

³³² The Blackwell Dictionary of Western Philosophy, Blackwell Publishing, 2004

suggests, business value in management disciplines is often equated with economic gain (see Lieberman et al., 2018). Without seeking to defend such a perception of business value which is criticized for its narrowness (see Affogbolo, 2021; Gregor et al., 2006; Nielsen & Persson, 2017 for an overview), it is the one on which this paper focuses. The business value as economic gain has two main related components (Lieberman et al., 2018 p.1547): 1- innovation, where the organization improves its performance through cost reductions or quality improvements that increase customers' willingness to pay; the innovation may come from sources internal or external to the organization; 2- replication, where the organization expands at the expense of its competitors, thus serving more customers who can benefit from the improvements (costs and/or quality) resulting from the innovation. In the IS field, business value is often conceptualized in a similar way. Indeed, it is widely evidenced that IS investments may lead to improvements such as cost reduction and quality enhancement (see Bharadwaj et al., 1999 p.1011-1012, or Melville et al., 2004 for a broader overview). The IS literature also discusses extensively the market opportunities resulting from IS investments. For example, Grover et al. (2018 p.401) note that Big Data Analytics (BDA) can enable organizations to address different market segments. Affogbolo et al. (2020 p.87) also highlight that IoT investments allow organizations to implement a dual business model configuration to serve two different market segments at the same time. Taking this into account, Melville et al. (2004 p.287), whose conceptual framework draws on resource-based theoretical lenses define business value "as the organizational performance impacts of information technology at both the intermediate process level and the organization-wide level, and comprising both efficiency impacts and competitive impacts". Likewise, Kohli & Grover (2008 p.24-25) refer to business value as the economic impacts of information technologies and its manifestations. Grover et al. (2018 p.392) also use Barney's (1991) VRIN conceptual lens to describe IS business value as strategic performance and competitive advantage resulting from information systems.

Several approaches are used in the literature to reflect the business value of information systems, including capital market-based approaches as outlined by Melville and colleagues (p.295). Capital market-based approaches rely on investors' perceptions regarding the current and future returns that can be generated from IS investments undertaken. In the following section, we provide a brief overview of these market-based approaches.

2. Market-based value of IS investments

The economic gain resulting from IS investments can be measured either at the process-level or at the organization-wide level (Dehning & Richardson, 2002; Melville et al., 2004). Market-based measurement approaches address the second level (Melville et al., 2004 p.295) and assume a direct link between IS investments and improvements in economic performance (Dehning & Richardson, 2002 p.9). In MIS (management of information systems), different market-based measurement of IS business value procedures are proposed. This paper focuses on the two most widely used approaches: 1- stock market reaction and 2- Tobin's q. They are presented below.

Stock market reaction. It is investigated by means of event studies, a methodological approach whose procedures used to date were pioneered in the late 1960s (MacKinlay, 1997 p.13) by Ball & Brown (1968) and Fama et al. (1969). Proponents of event studies approach argue that its usefulness "comes from the fact that, given rationality in the marketplace, the effects of an event will be reflected immediately in security prices" (MacKinlay, 1997 p.13). One of the main purposes of this type of empirical study is to determine "whether there is an "abnormal" stock price effect associated with an unanticipated event" concerning a focal organization (McWilliams & Siegel, 1997 p.626). Event studies rely on stock price changes since these supposedly reflect the true performance, the true value of organizations. Stock

prices “are assumed to reflect the discounted value of all future cash flows and incorporate all relevant information” available to investors (McWilliams & Siegel, 1997 p.626-627). They are assumed to “fully reflect all available aspects of performance” and “provide a basis for evaluating investors’ assessment of the impact of managerial decisions” (Bharadwaj et al., 1999 p.1010). In IS literature, event studies are used to investigate whether investors consider IS investments as value-relevant. In this setting, abnormal stock price movements reflect investors’ perceptions or interpretations of announced IS investments in relation to economic performance (Dehning & Richardson, 2002 p.10). For example, Chung et al. (2020 p.263) in this line claim that social media use (especially information pushed towards customers through Facebook business pages) “can provide potential and current investors with signals about the marketing strategy, customer service quality, and growth potential” of an organization. As another example, Bose & Leung (2019 p.314-316) consider that the announcement of ITC (identity theft countermeasures) adoption send cues to investors about the organization’s commitment to address security related risks and “treat information security as a strategic asset” that can contribute to economic performance or gain. Nevertheless, some scholars (e.g, Bardhan et al., 2013 p.1148) point out that stock market reaction alone does not reflect the market value of IS investments and therefore recommend the use of an alternative measurement approach, Tobin’s q, which is discussed below.

Tobin’s q. This second market-based approach was introduced by James Tobin (1969) who developed a ratio that aims to reflect the forward-looking value of the organization as perceived by investors. It measures “the capitalized value of the firm’s future growth potential” and is defined “as the market value of the firm (debt plus equity) divided by the replacement³³³ cost value of firm assets” (Ben-Horim & Callen, 1989 p.143). While investigating the market reaction through event studies is only possible for publicly traded organizations, the q ratio approach of Tobin is suitable for all types of organizations, including non-publicly traded for which there is no stock price³³⁴ (see Kohli et al., 2012 p.1149-1150). Another interest of the q ratio mentioned in the literature concerns its ability to measure the intangible value (Bardhan et al., 2013; Bharadwaj et al., 1999; Kohli et al., 2012). In the IS literature, Brynjolfsson and colleagues (Brynjolfsson & Yang, 1997; Brynjolfsson et al., 1998) place particular emphasis on this aspect and evidence that organizations that combine IS investments and complementary intangible investments such as organizational changes are the most valued. They state for example that “investors believe that the contribution of computers is increased when they are combined with certain intangible assets, specifically including the cluster of organizational changes” (Brynjolfsson et al., 1998 p.3). As a result, the q ratio and investors take into account the lag effects between the realization of IS investments and the expected payback (Bardhan et al., 2013 p.1148; Bharadwaj et al., 1999 p.1111). These lag effects are not always taken into account by event studies.

As it can be seen, the IS value measurement approaches of event studies and q ratio are both based on investors’ perceptions and interpretations of the organizations’ IS investments and the expected payoffs. These methods leverage the investors’ IS valuing which unfortunately often relies on asymmetries, as highlighted below.

3. Asymmetry-based valuing

Investors are one of the many key external stakeholders who can potentially influence the living and trajectory of the organization, along with customers, competitors, suppliers, regulators, etc. All these stakeholders often contribute to the creation and capture of value by

³³³ The replacement value refers to plants, equipments, machinery, properties, inventories, warehouses, etc. (Ben-Horim & Callen, 1989 p.144; Kohli & Grover, 2012 p.1147)

³³⁴ For non-publicly traded organizations, the numerator of the q ratio can be calculated using the income (see Kohli et al., 2012 p.1149-1150)

the organization. Starting from this stakeholder perspective, Brandenburger & Stuart (1996 p.6) suggest that to capture value, the organization “must enjoy a favorable asymmetry between itself” and the stakeholders. A favorable asymmetry here means a favorable difference between a focal organization and its stakeholders (Brandenburger & Stuart, 1996 p.15; see also Almeida Costa & Zemsky, 2021). In their theoretical development, Brandenburger & Stuart (1996) particularly focus the analysis on three types of stakeholders, namely customers, competitors and suppliers. However, their analysis can be extended to investors as these stakeholders can be seen as providers of capital resources. Therefore, investors, based on an unfavorable asymmetry between them and the organizations, contribute to the value that organizations capture. For example, Cohen & Dean (2005 p.684) point out that in an IPO, an organization and its owners “are incented to misrepresent the firm to potential investors”. They add that while “owners are legally compelled to provide accurate information, laws cannot require full disclosure of all material information” (p.684). In other words, there is an asymmetry that limits investors’ information and knowledge about the organization’s internal operation, economic potential, culture, strategy, etc. (Cohen & Dean, 2005). “A manager typically has superior information about his or her firm’s future performance relative to what outside investors know” also notes Lee (2021 p.3401). In the same vein, Myers & Majluf (1984 p.187) point out that the management of the organization “is assumed to know more about the firm’s value than potential investors”, even though the latter attempt to carefully and rationally interpret the actions of the company, with the support of market analysts who provide them with reports and research.

Lee (2021 p.3401) highlights that information asymmetry “can cause a firm to be undervalued or overvalued in the market”. Since there is, potentially always, an asymmetry between an organization’s internal stakeholders (i.e., owners, management, staff) and investors, even when they may have the support of market analysts, this is probably to result in a mispricing of the organization and its actions in the market. The assumed efficiency of the market and the rationality of investors cannot prevent this misvaluing in the capital market as stock prices often reflect the information available to investors, freely or not. For example, the work of Agarwal et al. (2016) evidences that a good investor relations strategy, sometimes including simply repackaging and communicating existing information, can improve analysts and investors coverage and, in addition, significantly increase the liquidity and valuation of the organization’s securities. Putting Agarwal et al’s (2016) findings into perspective with Cohen & Dean’s (2005) observation that the organization’s communication is sometimes or often based on asymmetry suggests that the market often misvalues the organization. This analysis also applies to the case of IS investments.

Indeed, due to the information asymmetry between an organization and investors in the capital markets, IS investments are as likely to be misvalued as other actions of the organization. Furthermore, because IS investments are often complex and require internal complementary investments such as those mentioned above by Brynjolfsson and colleagues, the implications and intricacies of their successful implementation can rarely be fully understood outside the organization, either by analysts or investors. Therefore, the argument that investors can actually value them as it is argued by proponents of market-based approaches, and better than insiders, seems highly unrealistic. Consistently, Barua & Mani (2018 p.239), for example, urge market-based approaches to measuring the IS business value to “focus on mispricing mechanisms such as information asymmetry”.

The information asymmetry referred to here arises from the position of investors, external to the organization. This position makes them less able to really and/or fully value the actions of the organization such as IS investments. Therefore, the notion of positional valuing is discussed in the next section.

4. Positional valuing

As a notion suggested in philosophy, positional valuing refers, in its simplest meaning, to the ability of someone to value something effectively according to the position he or she occupies in relation to that thing. Indeed, Scheffler (2010) who introduced it, makes it clear that “there are some things of which it is true (1) that only those who occupy the right position in relation to the thing are capable of valuing it, or of valuing it in a certain way, and (2) that not everyone is capable of occupying the right position in relation to that thing. This provides an additional reason ... why nobody can value all valuable things. Nobody can occupy all the relevant positions” (p.37). Position here can refer to geographical location, knowledge, culture, etc., or simply to being human or rational (Matthes, 2015 p.1015-1016). But most importantly, it refers to the historical relationship, the historical interactions with the thing perceived as valuable (Matthes, 2015 p.1015; Scheffler, 2010 p.37). The historical relationship or interactions allow for a better perception or understanding of the particular significance of the thing, the intricacies related to it, the practices that fit with it, etc. Such a view echoes, to some extent, the Lewis’ (1946 p.379-380) thought in philosophy who stresses that value is always empirical. This scholar (p.374) in substance suggests that value is directly related to experience.

Applied to our topic of interest, the IS business value, the notion of positional valuing suggests that insiders are the only ones who have an historical relationship with IS investments and the particular context of their implementation. Therefore, they are the ones who occupy the right position and are able to correctly value IS investments. Since investors and analysts are located outside, they are unlikely to be in a better position to value IS investments than insiders. Due to their position, they have not, and cannot, directly experience the investments undertaken inside the organization. This analysis comes to question the assumptions of proponents of market-based measurement approaches. According to Scheffler (2010), investors can at best acknowledge the value of IS investments. Indeed, this philosophy scholar points out that “there are some valuable things that can only be valued by certain people, even though everyone can recognize their value” (p.37). IS investments are probably to fit such a description. As their payoffs are often mentioned in anecdotal stories, case studies, media coverage, industry reports, public discourse, etc. everyone, including the investors and analysts in the capital market, may recognize their value. But only those, i.e., insiders (participants in Scheffler’s words), who are in the right position can value them properly.

Furthermore, Lewis (1946 p.379-380) argues that a priori “value-predication” is not valuing. Since investors often estimate the future returns that can be derived from IS investments in order to judge them, it can be assumed that they are making an a priori value-predication, an approach that is not the experience-based approach that Lewis advocates. Proceeding by the discounted value of future returns or cash flows as argued for the capital market (Brynjolfsson et al., 2018; Chatterjee et al., 2002) does not fit the experience-based valuing perspective.

In this section, we present the notion of positional valuing and explain that not everyone can value something correctly because of their position. Position can be a source of asymmetry for some players, as mentioned in section 3. Together, position and asymmetry are likely to limit the valuing of IS investments by investors in the capital market (section 2). In the following section, we bring these different literatures into dialogue and discuss the implications.

5. Discussion

The purpose of this paper is to examine the legitimacy of the market-based approaches which argue to be better than surveys, field studies and anecdotal evidence for studying IS business value. Although this stream of IS research uses several measurement methods, the paper

focuses on the two most widely used, market reaction (event studies) on the one hand and q ratio on the other. Both methods claim that they are based on the valuing of IS investments by investors in the capital market. For the market reaction approach, for example, proponents argue that when “a firm chooses to implement a technology, investors are likely to evaluate whether that technology aligns with the firm strategy, the management philosophy ... or the firm capabilities. Does the technology “fit” with the particular firm’s strategy, management philosophy, or firm capabilities? If the technology does fit, then we would expect a positive equity market reaction. If the technology does not fit, we likely would expect that the market reaction would be negative or insignificantly different from zero” (Konchitchki & O’Leary, 2011 p.101). With regard to the q approach, it is argued that “the market and investors recognize the strategic value of the IT investment which in turn is reflected in a higher q ratio” (Kohli et al., 2012 p.1150). It is also argued that the q approach has the ability to capture the intangible assets required to complement IS investments (Bardhan et al., 2013; Brynjolfsson & Yang, 1997; Brynjolfsson et al., 2018; Hitt et al., 2002; Kohli et al., 2012). While these statements are an interesting defense of the usefulness and the legitimacy of market-based approaches, the questions that arise are how investors can actually or effectively assess from their position the fit of the invested technology with the organization’s strategy or philosophy? How can investors, from outside the organization, concretely assess the fit of the acquired technology with the specifics of the organization? The literature on positional valuing suggests that they cannot. As explained above, their outsider position and consequent lack of historical relationship with the specifics of the organization hinders their ability to correctly interpret IS investments, to perceive the subtleties involved. Barua & Mani (2018 p.225) suggest that investors can draw on previous adoptions (e.g., in the same industry), case studies of successful and unsuccessful adoption, information on best practices and critical success factors. However, all this knowledge often provided by market analysts does not seem to be sufficient to properly or fully price investments. For example it is not sufficient to allow investors to have a better view of the suitability of the technology than insiders. Even Fama (1991 p.1577) notes that “corporate insiders have private information that is not fully reflected in prices”. This results in markets under- or over-reacting to IS investments as highlighted in the work on asymmetry (Lee, 2021).

Furthermore, information asymmetry seems to be implemented voluntarily by the organization (Cohen & Dean, 2005) which uses investor relations strategies to improve its coverage by market analysts and increase the demand for its securities. An approach that drives up stock prices. Regarding the probably voluntarily implemented information asymmetry, Barua & Mani (2018 p.226) consistently point out that “the ability of firms to manage the complexity ... is a source of competitive value, and hence may not be disclosed explicitly”.

Considering all the discussion above, we conclude that market-based approaches to investigate the IS business value are unlikely to offer a better view of the true value of IS investments than the other approaches they criticize. Although these other approaches have several limitations (see for example Siponen & Klaavuniemi, 2021; Siponen & Tsohou, 2018), they at least have the merit of relying on internal stakeholders within organizations, on those participants who occupy the right position in relation to the IS investments being studied. We therefore reiterate Barua & Mani’s (2018) call for a better consideration of the impact of asymmetry on the *recognition* of the value of IS investments by investors in the capital market. More broadly, we urge IS work on the business value of information systems, including market-based approaches, to thoroughly consider the notion of positional valuing suggested by Scheffler (2010) in philosophy. From our viewpoint, it offers a useful new perspective that may help us as IS scholars in our efforts to study and theorize IS value.

Conclusion

Much IS work still examines the business value of information systems. Various research approaches are summoned to this end. This paper focuses on one of them, the capital market-based studies. Relying on investors' expectations in terms of all future returns that can be derived from IS investments, they argue to be better than other research approaches such as fieldwork, case studies, surveys, anecdotal evidence to reflect the true business value of IS investments. It is in this way they often justify their relevance and legitimacy as salient contributions to the conversation on IS business value. However, considering insights from the literature on asymmetry and positional valuing, it appears that they are no more legitimate than the other approaches they criticize. Moreover, this literature suggests that market-based approaches are unlikely to reflect the true business value of IS as they claim. Accordingly, this paper opens up the debate and urges these work to carefully and thoroughly consider the insights offered by the literature on asymmetry and positional valuing. From our viewpoint, arguing to be better than the criticized approaches in the investigation of the true and full value of information systems is insufficient and probably unreasonable because these criticized approaches rely on stakeholders better positioned in relation to IS investments. A better and valid justification is therefore needed to mark the differences of capital market-based approaches with the approaches whose biases and shortcomings they criticize.

References

- Affogbolo R. (2021), The IoT Value in Organizational Context: An Exploration of the Value Mechanisms and the Value Black Box, *XVIème Conférence de l'AIM*, Nice (online), France.
- Affogbolo R., Gauzente C., Kuntz P., Guénoche A. (2020), Bénéfices et risques de l'IdO : Que pouvons-nous en apprendre à propos du changement du Business Model ?, *Systèmes d'Information et Management*, vol. 25, n°4, p. 59-105.
- Agarwal V., Taffler R.J., Bellotti X., Nash E.A. (2016), Investor Relations, Information Asymmetry and Market Value, *Accounting and Business Research*, vol. 46, n°1, p. 31-50.
- Agrawal M., Kishore R., Rao H.R. (2006), Market Reactions to E-Business Outsourcing Announcements: An Event Study, *Information & Management*, vol. 43, n°7, p. 861-873.
- Almeida Costa A., Zemsky P. (2021), The Choice of Value-Based Strategies Under Rivalry: Whether to Enhance Value Creation or Bargaining Capabilities, *Strategic Management Journal*, vol. 42, n°11, p. 2020-2046.
- Ball R., Brown P. (1968), An Empirical Evaluation of Accounting Income Numbers, *Journal of Accounting Research*, vol. 6, n°2, p. 159-178.
- Bardhan I., Krishnan V., Lin S. (2013), Business Value of Information Technology: Testing the Interaction Effect of IT and R&D on Tobin's Q, *Information Systems Research*, vol. 24, n°4, p. 1147-1161.
- Barney J. (1991), Firm Resources and Sustained Competitive Advantage, *Journal of Management*, vol. 17, n°1, p. 99-120.
- Barua A., Mani D. (2018), Reexamining the Market Value of Information Technology Events, *Information Systems Research*, vol. 29, n°1, p. 225-240.
- Ben-Horim M., Callen J.L. (1989), The Cost of Capital, MacAuclay's Duration, and Tobin's q, *The Journal of Financial Research*, vol. 12, n°2, p. 143-156.
- Bharadwaj A.S., Bharadwaj S.G., Konsynski B.R. (1999), Information Technology Effects on Firm Performance as Measured by Tobin's q, *Management Science*, vol. 45, n°6, p. 1008-1024.
- Bharadwaj A.S., Keil M., Mähring M. (2009), Effect of Information Technology Failures on the Market Value of Firms, *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 18, n°2, p. 66-79.
- Bose I., Leung A.C.M. (2019), Adoption of Identity Theft Countermeasures and its Short- and Long-Term Impact on Firm Value, *MIS Quarterly*, vol. 43, n°1, p. 313-327.
- Brandenburger A.M., Stuart, Jr H.W. (1996), Value-Based Business Strategy, *Journal of Economics & Management Strategy*, vol. 5, n°1, p. 5-24.
- Brynjolfsson E., Yang S. (1997), The Intangible Benefits and Costs of Investments: Evidence from Financial Markets, *Proceedings of the 18th International Conference on Information Systems*, Atlanta, USA.

- Brynjolfsson E., Hitt L., Yang S. (1998), Intangible Assets: How the Interaction of Computers and Organizational Structure Affects Stock Market Valuations, *Proceedings of the 19th International Conference on Information Systems*, Helsinki, Finland.
- Chatterjee D., Pacini C., Sambamurthy V. (2002), The Shareholder-Wealth and Trading-Volume Effects of Information-Technology Infrastructure Investments, *Journal of Management of Information Systems*, vol. 19, n°2, p. 7-42.
- Chung S., Animesh A., Han K., Pinsonneault A. (2020), Financial Returns to Firms' Communication Actions on Firm-Initiated Social Media: Evidence from Facebook Business Pages, *Information Systems Research*, vol. 31, n°1, p. 258-285.
- Cohen B.D., Dean T.J. (2005), Information Asymmetry and Investor Valuation of IPOs: Top Management Team Legitimacy As A Capital Market Signal, *Strategic Management Journal*, vol. 26, n°7, p. 683-690.
- Dehning B., Richardson V.J. (2002), Returns on Investments in Information Technology: A Research Synthesis, *Journal of Information Systems*, vol. 16, n°1, p. 7-30.
- Dos Santos B.L., Peffers K., Mauer D.C. (1993), The Impact of Information Technology Investment Announcements on the Market Value of the Firm, *Information Systems Research*, vol. 4, n°1, p. 1-23.
- Fama E.F. (1991), Efficient Capital Markets: II, *The Journal of Finance*, vol. 46, n°5, p. 1575-1617.
- Fama E.F., Fisher L., Jensen M.C., Roll R. (1969), The Adjustment of Stock Prices to New Information, *International Economic Review*, vol. 10, n°1, p. 1-21.
- Feng C., Patel P.C., Fay S. (2021), The Value of the Structural Power of the Chief Information Officer in Enhancing Forward-Looking Firm Performance, *Journal of Management Information Systems*, vol. 38, n°3, p. 765-797.
- Frankena W.K. (1967), Value and Valuation in M. Bochert (ed), *Encyclopedia of Philosophy*, Thomson Gale, Farmington Hills, USA, 2nd edition, 2006, vol. 9, p. 636-641.
- Gregor S., Martin M., Fernandez W., Stern S., Vitale M. (2006), The Transformational Dimension in the Realization of Business Value from Information Technology, *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 15, n°3, p. 249-270.
- Grover V., Chiang R.H.L., Liang T-P., Zhang D. (2018), Creating Strategic Business Value from Big Data Analytics: A Research Framework, *Journal of Management of Information Systems*, vol. 35, n°2, p. 388-423.
- Hitt L.M., Brynjolfsson R. (1996), Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value, *MIS Quarterly*, vol. 20, n°2, p. 121-142.
- Hitt L.M., Wu D.J., Zhou X. (2002), Investment in Enterprise Resource Planning: Business Impact and Productivity Measures, *Journal of Management of Information Systems*, vol. 19, n°1, p. 71-98.
- Kohli R., Devaraj S. (2003), Measuring Information Technology Payoff: A Meta-Analysis of Structural Variables in Firm-Level Empirical Research, *Information Systems Research*, vol. 14, n°2, p. 127-145.
- Kohli R., Grover V. (2008), Business Value of IT: An Essay on Expanding Research Directions to Keep Up with the Times, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 9, n°1, p. 23-39.
- Kohli R., Devaraj S., Ow T.T. (2012), Does Information Technology Investment Influence A Firm's Market Value? A Case of Non-Publicly Traded Healthcare Firms, *MIS Quarterly*, vol. 36, n°4, p. 1145-1163.
- Konchitchki Y., O'Leary D.E. (2011), Event Study Methodologies in Information Systems Research, *International Journal of Accounting Information Systems*, vol. 12, n°2, p. 99-115.
- Lee J. (2021), Information Asymmetry, Mispricing, and Security Issuance, *The Journal of Finance*, vol. 76, n°6, p. 3401-3446.
- Lewis C.I. (1946), *An Analysis of Knowledge and Valuation*, The Open Court Publishing Company, La Salle.
- Lieberman M.B., Balasubramanian N., Garcia-Castro R. (2018), Toward A Dynamic Notion of Value Creation and Appropriation in Firms: The Concept and Measurement of Economic Gain, *Strategic Management Journal*, vol. 39, n°6, p. 1546-1572.
- MacKinlay A.C. (1997), Event Studies in Economics and Finance, *Journal of Economic Literature*, vol. 35, n°1, p. 13-39.
- Matthes E.H (2015), Impersonal Value, Universal Value, and the Scope of Cultural Heritage, *Ethics*, vol. 125, n°4, p.999-1027.
- McWilliams A., Siegel D. (1997), Event Studies in Management Research: Theoretical and Empirical Issues, *Academy of Management Journal*, vol. 40, n°3, p. 626-657.
- Melville N., Kraemer K., Gurbaxani V. (2004), Information Technology and Organizational Performance: An Integrative Model of IT Business Value, *MIS Quarterly*, vol. 28, n°2, p. 283-322.
- Myers S.C., Majluf N.S. (1984), Corporate Financing and Investment Decisions When Firms Have Information that Investors Do Not Have, *Journal of Financial Economics*, vol. 13, n°2, p. 187-221.

- Nielsen P.A., Persson J.S. (2017), Useful Business Cases: Value Creation in IS Projects, *European Journal of Information Systems*, vol. 26, n°1, p. 66-83.
- Scheffler S. (2010), *Equality & Tradition – Questions of Value in Moral and Political Theory*, Oxford University Press, Oxford.
- Siponen M., Klaavuniemi T. (2021), On Natural Science Beliefs in IS: Short Comments to Commentators, *Journal of Information Technology*, vol. 36, n°1, p.90-92.
- Siponen M., Tsohou A. (2018), Demystifying the Influential IS Legends of Positivism, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 19, n°7, p. 600-617.
- Tobin J. (1969), A General Equilibrium Approach to Monetary Theory, *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 1, n°1, p. 15-29.

Annexe 2.1 : La méthode de revue convoquée dans la première partie

Plusieurs travaux en MSI (ex. Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015 ; Paré *et al.*, 2015 ; Rowe, 2014 ; Schryen, 2015 ; Templier & Paré, 2015 ; Webster & Watson, 2002) discutant de ce que doit être, ou du moins de ce que peut être, une revue de littérature, proposent souvent une délimitation plus ou moins rigoureuse de cet exercice théorique et identifient les classes ou types possibles de revues de la littérature pouvant être acceptées dans les meilleures revues de la discipline. En revanche, Leidner (2018 p.553) affirme que les revues ne peuvent être restreintes à des catégories strictes, mais plutôt qu'elles « sont très malléables et varient davantage en fonction de ce sur quoi est mis l'accent que du type ». Néanmoins, elle suggère aussi plusieurs types de revues en tenant compte de l'objet de la revue, ou de la finalité ciblée par la revue.

De manière générale, deux grandes classes de revues de littérature peuvent être effectuées (Webster & Watson, 2002). La première, qui est une revue généralement approfondie, vise à proposer une analyse synthétique de la littérature existante sur un sujet mature afin d'identifier des voies nouvelles de recherche pouvant permettre d'étendre les connaissances actuelles. La seconde, parfois plus courte, vise à établir de nouveaux fondements théoriques en développant un nouveau cadre conceptuel pour éclairer une question classique, ou parfois émergente. Notre étude qui vise à développer un nouveau cadre conceptuel de la réalisation de la valeur de l'IoT pour les organisations, correspond davantage à la deuxième approche. En effet, l'étude développe un cadre théorique intégrateur et nouveau combinant des positions théoriques du PFI et des Capacités Dynamiques pour présenter les mécanismes dont l'orchestration combinée permet de matérialiser la valeur de la technologie. Elle développe aussi une nouvelle conceptualisation de la valeur de la technologie dont elle examine plusieurs formes possibles. Une telle approche correspond à ce que la littérature (Leidner, 2018 ; Post *et al.*, 2020 ; Rowe, 2014) appelle la revue pour théoriser ou revue de développement théorique. Son but n'est pas de présenter une analyse exhaustive de la littérature existante relative aux bénéfices et à la valeur de l'IoT pour les organisations, mais plutôt de proposer un cadre théorique étendu qui explique la manière dont la valeur est réalisée (voir Rowe, 2014 p.245-246 à propos de la revue pour théoriser). Comme Post *et al.* (2020) le soulignent, une telle approche a un aspect générateur, c'est-à-dire qu'elle présente de nouveaux enseignements, et de nouvelles théories. L'article fondateur de DeLone & McLean (1992) sur le succès des SIs est une bonne illustration de cette approche.

En convoquant donc l'approche de la revue pour théoriser, et en suivant les recommandations que proposent plusieurs publications éclairant (Post *et al.*, 2020 ; Rowe, 2014 ; Webster & Watson, 2002) la manière de la mettre en œuvre, nous avons recherché des articles pertinents qui traitent effectivement de notre sujet d'intérêt (la valeur pour les organisations) concernant notre technologie d'intérêt (l'IoT). Suivant les recommandations de Dernbecher & Beck (2017 p.124), nous ne mobilisons pas les bases de données classiques comme Scopus, EBSCO, Web of Sciences. Les résultats de requêtes habituellement fournis par ces bases de données sont souvent très vastes avec seulement un très faible nombre correspondant réellement à la requête inscrite dans l'outil de recherche (Dernbecher & Beck, 2017 p.124). Par conséquent, et pour limiter l'échantillon au MSI, nous avons recherché des articles dans les huit revues considérées comme structurantes par l'AIS et référencées sur le site web de l'association (voir Dernbecher & Beck, 2017 ; Steininger, 2019 pour un aperçu). En plus de ces huit revues parmi les mieux classées dans la discipline, nous avons complété notre procédure de recherche d'articles avec deux autres revues parmi les mieux classées et recommandées par l'AIS et son College of IS Senior Scholars. Les deux revues ajoutées à la procédure sont : *Information and Management*, *Information and Organization*. À l'instar

d'autres revues de littérature en MSI (ex. DeLone & McLean, 1992 ; Dernbecher & Beck, 2017 ; Steininger, 2019), nous avons limité notre procédure de recherche d'articles à ces revues de premier plan³³⁵, car beaucoup de travaux publiés dans les autres revues s'appuient parfois de manière insuffisante sur une théorisation robuste, voire pas du tout (Rowe, 2014 p.247).

Deux groupes de termes, en Anglais, ont été associés pour rechercher les articles pertinents dans les bases de données des revues sélectionnées. Le premier groupe inclut l'IoT ou certaines technologies connexes : « IoT », « Internet of Things », « Industrial Internet », « Internet of Everything », « RFID », « GPS », « sensor », « virtual reality³³⁶ », « augmented reality », « wearable », « smart metering », « cyberphysical ». Le deuxième groupe comprend des termes liés à la valeur : « value », « benefits », « innovation », « changes », « transformation », « improvement », « redesign », « evolution », « effectiveness », « efficiency », « payoff », « productivity », « performance », « usefulness », « competitiveness ». Pour chaque revue sélectionnée, la procédure de recherche s'est appuyée sur des combinaisons via des connecteurs logiques entre des termes liés à l'IoT et des termes liés à la valeur. Des troncatures ont également été utilisées pour maximiser les possibilités d'identifier les articles pertinents. La procédure de recherche décrite et utilisée jusqu'en décembre 2021 a permis d'identifier 70 articles potentiellement pertinents. En outre, la consultation de leurs listes de références dans une approche boule de neige a permis d'identifier 5 autres articles potentiels proposés dans les revues ciblées. Ensuite, les 75 articles collectés ont été examinés de manière approfondie. Cette lecture approfondie visant à déterminer comment ils traitent de notre sujet d'intérêt (réalisation de la valeur de l'IoT pour l'organisation) a conduit à retirer 29 articles de l'échantillon constitué. En effet, pour être inclus dans le scope de notre analyse, les articles collectés doivent clairement traiter de la valeur de l'IoT, quel que soit le type de valeur étudié (utilité pratique, performance mesurable). Toutefois, la valeur examinée dans l'ensemble de l'article doit, au moins dans une certaine mesure, concerner les organisations. Par exemple, les articles qui se focalisent exclusivement sur la valeur à l'échelle des individus (ex. les clients, les ménages) ont été exclus. En outre, les articles ne sont inclus que s'ils sont empiriques, théoriques ou s'ils proposent une modélisation. Les études de cas pédagogiques ne sont pas prises en compte. En revanche, nous avons indifféremment sélectionné des articles évalués par les pairs et les éditoriaux. Finalement, l'échantillon sélectionné intègre un total de 46 articles. Le détail des articles sélectionnés est disponible en Annexe 2.2.

Nous n'avons pas limité dans le temps la sélection des articles, car la littérature relative à l'IoT est essentiellement récente. Par exemple, parmi les articles sélectionnés, le plus ancien fut publié en 2007. Comme les articles publiés dans les revues sélectionnées sont en Anglais, tous les articles sélectionnés sont dans cette langue.

Références

Boell S.K, Cecez-Kecmanovic D. (2015) "On Being 'Systematic' in Literature Reviews in IS", *Journal of Information Technology*, vol. 30, n°2, p.161-173.

³³⁵ A-level journals (Rowe, 2014 p.247)

³³⁶ Les réalités virtuelle et augmentée sont intégrées aux mots-clés pour la recherche d'articles parce que ces deux technologies ne peuvent fonctionner sans accès à Internet. Les meilleures expériences utilisateur avec ces technologies sont souvent obtenues dans le cadre de l'usage de standards réseau comme le FTTx (accès fibre optique à domicile ou dans l'entreprise), la 4G, et surtout la 5G. En outre, les casques de réalités virtuelle et augmentée sont souvent considérés comme des artefacts IoT et, à cet égard, comptabilisés comme tels dans les prévisions de marché souvent fournies par les sociétés d'études de marché comme IoT Analytics, IDC, etc.

- DeLone W.H., McLean E.R. (1992) "Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable", *Information Systems Research*, vol. 3, n°1, p.60-95.
- Dernbecher S., Beck R. (2017) "The Concept of Mindfulness in Information Systems Research: A Multi-dimensional Analysis", *European Journal of Information Systems*, vol. 26, n°2, p.121-142.
- Leidner D.E. (2018) "Review and Theory Symbiosis: An Introspective Retrospective", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 19, n°6, p.552-567.
- Paré G., Trudel M-C., Jaana M., Kitsiou S. (2015) "Synthesizing Information Systems Knowledge: A Typology of Literature Reviews", *Information & Management*, vol.52, n°2, p.183-199.
- Post C., Sarala R., Gatrell C., Prescott J.E. (2020) "Advancing Theory with Review Articles", *Journal of Management Studies*, vol. 57, n°2, p.351-376.
- Rowe F. (2014) "What Literature Review is not: Diversity, Boundaries, and Recommendations", *European Journal of Information Systems*, vol. 23, n°3, p.241-255.
- Steininger D.M. (2019) "Linking Information Systems and Entrepreneurship: A Review and Agenda for IT-associated and Digital Entrepreneurship Research", *Information Systems Journals*, vol. 29, n°2, p.363-407.
- Templier M., Paré G. (2015) "A Framework for Guiding and Evaluating Literature Reviews", *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 37, p.112-137.
- Webster J., Watson R.T. (2002) "Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review", *MIS Quarterly*, vol. 26, n°2, p.xiii-xxiii.

Annexe 2.2 : Les principaux enseignements que proposent les travaux sélectionnés pour la revue de littérature en dans la première partie

N°	Auteurs & revues	Type	Enseignements & résultats complémentaires	Enseignements & résultats concernant la valeur au niveau des processus	Enseignements & résultats concernant la valeur au niveau organisationnel	Enseignements & résultats concernant la performance
1	Adamopoulos et al. (2021) ISR	Empirique (modélisation économétrique)	L'usage d'artéfacts IoT pour effectuer des commandes sur les plateformes digitales (marketplaces) des distributeurs requiert une infrastructure cloud	—	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'usage de l'IoT tend le processus d'achat pratique et exempt de conflit, car il améliore l'efficacité du processus d'achat, facilite, accélère, et réduit les difficultés et coûts en termes de temps pour les clients. Partant, il améliore l'expérience client. ■ Le canal de vente IoT transforme le processus classique d'achat en réduisant les interactions humaines durant le processus, en raccourcissant le tunnel d'acquisition, et en intégrant les actions humaines et le monde physique aux systèmes TIs. ■ L'usage de l'IoT permet une collecte de données en temps réel, offrant ainsi la possibilité aux distributeurs et aux éditeurs de marketplaces d'effectuer des analyses de consommation et plus seulement des analyses d'achats. L'IoT leur permet également de mieux adresser les besoins changeant, tout en accédant à de nouvelles opportunités de revenus. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'introduction du canal de vente fondé sur l'IoT conduit à une progression significative des ventes.
2	Almklov et al. (2014) JAIS	Empirique (étude de cas)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Un algorithme spécifique développé par le vendeur de technologie est utilisé pour transformer les données des capteurs en insights exploitables. ■ Les données des capteurs ne prennent sens qu'en lien avec la connaissance, les outils logiciels, et les pratiques des membres de l'organisation. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les données des capteurs permettent de comprendre ce qui se passe dans les réservoirs de pétrole situés à des milliers de mètres sous les fonds marins. ■ Les données IoT permettent aux ingénieurs de surveiller, comprendre, et contrôler les processus et opérations se déroulant sous la surface. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les données IoT représentent une pièce centrale de l'acquisition de sens et de connaissance. ■ La juxtaposition, au sein d'un logiciel unique, des données collectées à partir de deux types différents de capteurs permet de supprimer la tâche manuelle (auparavant effectuée par les ingénieurs) de mise en corrélation des données des deux sources, et de développer de nouvelles pratiques et connaissances. 	—
3	Aloysius et al. (2013) ISR	Modélisation	—	—	—	<p>L'approche séquentielle et discriminante de tarification est particulièrement efficace pour les proches substitués ou les biens fortement et positivement corrélés.</p>

(Suite)

4	Baars <i>et al.</i> (2009) EJS	Empirique (étude de cas)	<p>L'exploitation des données RFID requiert une technologie complémentaire de gestion de données et de support à la décision.</p> <p>■ La valeur résultant de l'usage de la RFID au niveau des processus se manifeste de trois manières, non exclusives les unes des autres :</p> <ul style="list-style-type: none">- l'<i>automatisation</i>. Elle implique que l'acquisition et la transmission des données ne sont plus manuelles, mais plutôt automatisées.- l'<i>information</i>. Elle correspond à l'amélioration de la qualité des données exploitées (ex. sans erreur) au sein du processus décisionnel tout en réduisant le coût d'acquisition des données additionnelles nécessaires.- la <i>transformation</i>. Elle correspond à la reconfiguration des processus, et à l'amélioration de la performance grâce à une qualité de données améliorée. <p>■ Si l'automatisation est exclusivement opérationnelle, l'information et la transformation sont aussi managériales par certains aspects.</p>	<p>L'usage de données RFID (en combinaison avec des données additionnelles enrichies) permet de faire face plus efficacement aux situations non structurées ou non planifiées grâce à des processus décisionnels améliorés.</p>	—
5	Bardaki <i>et al.</i> (2011) JIS	Modélisation	<p>■ La véritable valeur des systèmes de tracking basés sur la RFID réside dans l'amélioration de la visibilité des flux de produits et de l'exhaustivité des informations.</p> <p>■ La configuration des systèmes de tracking influence l'exhaustivité des informations. Par exemple, plus le nombre de points de capture de données est élevé, plus l'information est complète et précise. Plus la profondeur de lecture est importante, plus l'exhaustivité et la précision des informations sont grandes.</p>	—	—
6	Baiyere <i>et al.</i> (2020) EJS	Empirique (étude de cas)	<p>■ L'usage de l'IoT conduit à la reconception de la structure des processus qui est désormais modifiable et non plus rigide.</p> <p>■ L'usage de l'IoT favorise la flexibilité des infrastructures, c'est-à-dire des infrastructures permettant des flux flexibles.</p>	<p>■ L'usage de l'IoT conduit l'organisation étudiée à changer de Business Model ; elle abandonne la vente (sèche) d'équipements pour commercialiser des logiciels, des services digitaux, en un mot mettre en place une approche par la servicisation</p> <p>■ L'organisation restructure ses quatre départements, avec la création d'un nouveau département dédié à la vente de services digitaux.</p>	—
7	Bose <i>et al.</i> (2009) EJS	Editorial	<p>L'usage de la RFID entraînant inévitablement des changements dans les processus, la valeur qu'il génère est difficilement séparable de la valeur que génère le changement de processus.</p>	—	—

(Suite)

8	Cao <i>et al.</i> (2014) IM	Empirique (étude de cas)	—	Les avantages perçus sont au cœur de l'adoption de la RFID. Ces avantages concernent l'amélioration de l'efficacité, la réduction de l'intervention humaine, l'information en temps réel concernant la localisation du patient, l'optimisation des processus.	—
9	Côté-Real <i>et al.</i> (2020) IM	Empirique (sondage)	—	<ul style="list-style-type: none">■ Les technologies big data sont indispensables pour analyser les données IoT et générer de la valeur.■ L'usage de l'IoT peut être modéré par la présence de différents actifs et ressources complémentaires.	<ul style="list-style-type: none">■ L'usage de l'IoT se focalise sur le changement et l'optimisation des processus opérationnels, des routines.■ Plus les processus sont sophistiqués (processus complexes et à forte intensité d'information), plus la qualité des données IoT est indispensable.
10	Cranmer <i>et al.</i> (2021) IM	Empirique (étude de cas)	—	La réalité augmentée facilite la réalisation des tâches	<ul style="list-style-type: none">■ Le BM est considéré comme un prérequis pour réaliser la valeur de la réalité augmentée (RA).■ La RA permet aux organisations touristiques d'attirer un nouveau public, d'explorer de nouvelles pistes pour créer des propositions de valeur à valeur ajoutée, d'explorer de nouvelles voies pour générer des revenus additionnels.■ L'AR préserve la base de connaissances de l'organisation, préserve l'emploi en générant de nouveaux revenus
11	Daassi & Debbabi (2021) IM	Empirique (sondage)	—	—	L'expérience client basée sur la réalité augmentée peut réduire l'incertitude dans la prise de décision du client, ce qui offre un avantage concurrentiel au détaillant.
12	Fosso Wamba & Chatefield (2009) EJS	Empirique (étude de cas)	—	<ul style="list-style-type: none">■ La technologie RFID requiert une intégration sans couture avec des applications web.■ L'usage de la RFID requiert un middleware (intergiciel) baptisé Operation Management System, conçu par un tiers.	<ul style="list-style-type: none">■ Le niveau de transformation organisationnelle a un impact sur le niveau de bénéfices tirés de la RFID puisque la transformation organisationnelle est impérative pour tirer des bénéfices élevés de l'usage de la RFID.■ L'usage de la RFID permet de changer le Business Model grâce à de nouveaux services (ex. du suivi et traçabilité) fournis aux clients.
13	Fridgen <i>et al.</i> (2016) JANS	Empirique (design science)	—	Le système AMI (advanced metering infrastructure) inclut un algorithme permettant aux fournisseurs d'électricité d'identifier le bon moment pour débiter, pour chaque client, le report de la consommation d'électricité et pour quelle durée.	<ul style="list-style-type: none">■ La flexibilité qu'ouvre le système AMI permet aux fournisseurs d'électricité de réaliser de la valeur économique en leur permettant de planifier l'achat d'électricité sur le marché (spot) lorsqu'elle est moins chère et inversement.■ La flexibilité qu'ouvre le système AMI permet aux fournisseurs d'électricité de réagir aux fluctuations des prix de l'électricité sur le marché spot et de réaliser un bénéfice en reportant la consommation d'électricité (des clients) sur les périodes où les prix à l'achat sont plus bas.

14	Habjan <i>et al.</i> (2014) EJS Empirique (étude de cas)	Des outils logiciels de connectivité et d'accès à l'information favorisent un usage plus efficace des informations fournies par le GPS.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les informations que fournit le GPS permettent d'améliorer le contrôle du processus de transport, de calculer les salaires, de réduire le travail manuel, d'automatiser et d'améliorer la circulation (le partage) de l'information. ■ L'information que fournit le GPS permet de : <ul style="list-style-type: none"> - automatiser. Remplacer le travail humain dans les processus. - informer. Fournir les informations concernant les activités aux parties prenantes (ex. les managers, les employés). - transformer. Remodeler la qualité de l'information et le processus de prise de décision. 	Les informations que rend accessible le GPS permettent d'optimiser la prise de décision et d'améliorer le service à la clientèle.	Les informations basées sur le GPS permettent de minimiser les coûts.
15	Kasiri <i>et al.</i> (2012) EJS Empirique (étude Delphy)	—	<ul style="list-style-type: none"> ■ La RFID au niveau des produits permet d'améliorer la visibilité (des stocks, des rayons, de l'ensemble du magasin) concernant les opérations logistiques dans les magasins de vente au détail. ■ L'usage de la RFID au niveau des produits apporte des améliorations pour les opérations marketing (expérience d'achat, promotions, tarification) dans les magasins. ■ L'usage de la RFID au niveau des produits améliore la gestion du merchandising (gestion de la variété et de l'assortiment, gestion de la démarque inconnue). 	—	L'usage de la RFID au niveau des articles, par l'amélioration des opérations qu'il entraîne, permet aux détaillants d'améliorer leurs performances ; par ex. la progression des ventes (amélioration de la gestion de la tarification, de l'assortiment, de l'expérience d'achat), la réduction des ventes perdues (par la réduction des ruptures de stock, la meilleure gestion des retours).
16	Lee & Shim (2007) EJS Empirique (sondage)	—	La probabilité de l'adoption de la RFID est associée à l'écart de performance concernant le suivi des stocks et/ou l'identification des patients.	—	—
17	Lee <i>et al.</i> (2020) JAIS Empirique (étude de cas)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le développement de technologies intelligentes requiert plusieurs technologies interconnectées et relatives aux données, aux artefacts physiques, et aux logiciels, ainsi que des services personnalisés. ■ Le produit intelligent (une étiquette intelligente, en l'occurrence un badge intelligent) développé par l'organisation étudiée fonctionne en conjonction avec une application mobile, du data analytics, et d'autres technologies. 	Le produit intelligent développé par l'organisation focale permet d'offrir un ensemble étendu de services (ex. les organisateurs d'événements de même que les participants à ces événements peuvent améliorer leurs interactions au cours de l'événement, accéder aux données des sessions en temps réel, recevoir des rapports personnalisés après l'événement).	—	—
18	Lei <i>et al.</i> (2021) IM Empirique (sondage)	—	L'usage de l'IoT facilite la visibilité, l'agilité, et l'adaptabilité en temps réel de la supply chain.	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'usage de l'IoT est positivement relié aux innovations / diversifications de services. ■ L'IoT améliore l'adaptabilité à l'environnement 	L'IoT améliore l'efficacité de l'usage des ressources, l'efficacité des stocks, la réduction des pertes et des erreurs de placement des produits.

19	Leung <i>et al.</i> (2014) IM	Empirique (données secondaires)	Des plateformes Tis sont développées pour faciliter la circulation (le partage) d'informations basées sur la RFID.	L'usage de la RFID génère quatre catégories d'améliorations : - <i>l'automatisation</i> . Application la plus simple, elle permet de capturer automatiquement les données des articles et d'améliorer les processus opérationnels comme la lecture des codes barres, ce qui permet d'améliorer l'efficacité et la précision. - <i>l'affirmation</i> . Les produits sont suivis et contrôlés en plusieurs points. L'avantage qui en résulte est la réduction des stocks. - <i>la synchronisation</i> . Les articles sont tracés pour localiser les flux et améliorer la visibilité de la supply chain. - <i>l'innovation</i> . L'usage de la RFID permet une nouvelle façon de réaliser les activités (par ex. réduction du nombre de processus, services supplémentaires aux clients).	—	—
20	Li <i>et al.</i> (2009) EJS	Empirique (étude de cas)	—	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les technologies de billetterie mobile ouvrent pour les opérateurs de transport public une capacité d'apprentissage (presque) en temps réel du comportement de mobilité de leurs clients. ■ Les technologies de billetterie mobile ouvrent pour les opérateurs de transport public des opportunités pour explorer des stratégies de revenue management qu'ils ne pouvaient envisager par le passé avec leurs anciennes approches de billetterie (billets papier, cartes magnétiques). ■ L'usage des physiologiques vise à améliorer le bien-être des salariés dans les contextes professionnels (ex. détecter et prévenir le stress lié au travail, les postures dangereuses, la fatigue). ■ En s'appuyant sur les données des physiologiques, les organisations peuvent mieux orchestrer les tâches et la charge de travail dans les unités de production en fonction de l'adéquation tâche-personne. ■ L'usage des physiologiques peut entraîner des changements organisationnels et culturels importants. 	L'usage des technologies de billetterie mobile conduit à des améliorations de performance (progression des revenus, du volume de passagers, amélioration de la réputation)	—
21	Mettler & Wolf (2019) ISJ	Empirique (méthode Q)	—	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'usage de l'IoT permet de produire une connaissance synthétique de la réalité phénoménologique en temps réel pour prendre des décisions plus éclairées. ■ L'usage de l'IoT permet à l'organisation concernée de mieux s'adapter au contexte et aux pressions institutionnelles et politiques, et de mieux faire connaître sa politique et ses réalisations en matière de RSE et de mieux s'ouvrir aux principales parties prenantes externes. 	—	—
22	Mikalsen & Monteiro (2021) JAS	Empirique (étude de cas)	L'exploitation des données IoT s'effectue par des manipulations algorithmiques avec divers outils comme des modèles géologiques, des outils de simulation.	Les géoscientifiques de l'organisation s'appuient sur les données IoT et les manipulations algorithmiques pour identifier des puits potentiels pouvant être forés plus tard.	—	—
23	Monteiro & Parmiggiani (2019) MISQ	Empirique (étude de cas)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Un algorithme est développé pour accompagner l'usage de l'IoT pour recombinaison des données pour la prise de décision concernant l'évaluation du risque environnemental lors des opérations de l'organisation. ■ Un portail web est développé pour la visualisation en temps réel des données IoT sous-marines recombinaison. 	L'usage de l'IoT permet de surveiller et de visualiser en temps réel la biomasse sous-marine lors des activités quotidiennes de l'organisation (forage, extraction, etc.)	—	—

(Suite)

24	Nicolescu <i>et al.</i> (2018) JIT	Théorique	<p>■ L' IoT est largement tributaire des technologies digitales ayant actuellement cours dans les sociétés technologiquement avancées.</p> <p>■ La micro-sphère IoT (c'est-à-dire les points de terminaison, les capteurs, les wearables) requiert le soutien de la macro-sphère IoT (par ex. l'analyse des données, le cloud, la FinTech).</p>	<p>■ La valeur de l' IoT découle de la possibilité de connecter un volume important et divers de capteurs et d'actionneurs.</p> <p>■ La socialisation des machines, c'est-à-dire leur capacité à communiquer et à créer des choses en coopération les unes avec les autres génère de la valeur.</p>	—	—
25	Oberländer <i>et al.</i> (2018) EJS	Empirique (méthode Q)	—	<p>L'usage de l' IoT transforme les Business Models classiques s'appuyant sur des interactions B-to-C grâce à la mise en place d'interactions Business-to-Things, les objets intelligents étant perçus comme des acteurs sociomatériels indépendants et autonomes au sein des réseaux de valeur digitale.</p>	—	Les interactions Business-to-Things découlant de l'usage de l' IoT génèrent de la valeur pour les clients et entraînent par conséquent une amélioration du capital client.
26	Østerlie <i>et al.</i> (2012) IO	Empirique (étude de cas)	<p>Différents systèmes d'information comme les bases de données, les applications expertes, les logiciels, complètent les capteurs pour former l'infrastructure d'information exploitée.</p> <p>■ Comme les données entrent souvent en résonance avec des phénomènes autres que ceux qu'elles sont censées représenter, elles requièrent des compléments comme des logiciels, des pratiques organisationnelles, des expertises spécialisées. Ces compléments forment un réseau sociotechnique indispensable pour utiliser ces données.</p> <p>■ Un algorithme prédictif développé par un fournisseur de technologie est utilisé pour réduire le bruit (données non essentielles délivrées par les capteurs) et filtrer les signaux délivrés par les capteurs pour rechercher des représentations digitales robustes de la réalité phénoménologique.</p>	<p>■ Les données en temps réel des capteurs permettent l'inspection à distance de ce qui se passe au niveau des actifs et infrastructures physiquement inaccessibles.</p> <p>■ Les données en temps réel des capteurs permettent la surveillance et le contrôle des processus de production.</p>	—	Les capteurs transforment les phénomènes matériels en objets de connaissances quantifiables.
27	Østerlie & Monteiro (2020) IO	Empirique (étude de cas)	<p>■ Les capteurs fournissent des données historiques et en temps réel sur des propriétés physiques qui sont inaccessibles physiquement.</p> <p>■ L'infrastructure IoT (un ensemble de capteurs) permet de remplacer l'inspection périodique et physique des actifs par un processus à distance s'appuyant sur des représentations digitales des actifs.</p>	<p>L'usage massif des capteurs IoT et les données qu'il en résulte conduisent progressivement à une réorganisation du personnel avec un basculement important des personnes offshore vers les centres d'opération onshore.</p>	—	—
28	Otondo <i>et al.</i> (2009) EJS	Empirique (focus groupe)	L'absence du support d'un réseau de partenaires tiers peut représenter un problème pour l'adoption et l'usage de la RFID.	<p>■ L'adoption de la RFID implique souvent intégration technique, gestion de la donnée, reconception des activités, gouvernance, ressources humaines.</p> <p>■ L'adoption de la RFID découle de deux schémas cognitifs des managers concernant la résolution de problèmes :</p> <ul style="list-style-type: none">- la convocation des expériences précédentes et des connaissances TIs- l'identification de solutions RFID pouvant adresser les problèmes organisationnels (ex. la compétitivité).	—	—

(Suite)				<ul style="list-style-type: none"> ■ Les restaurants ayant des PokéStops ou Gyms à leur localisation ou à proximité bénéficient d'un engagement client plus élevé. ■ Les restaurants ayant des PokéStops ou Gyms à leur localisation ou à proximité bénéficient d'une meilleure perception des clients.
29	Pamuru et al. (2021) ISR	Empirique (expérimentation)	---	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'IoT est associé à des formes sans précédent de valeur entraînant des changements fondamentaux dans la manière de fonctionner, c'est-à-dire une refonte du Business Model. ■ Trois stratégies dialogiques peuvent être convoquées pour faire évoluer les modèles mentaux et coordonner les efforts en vue d'une adoption et d'une innovation IoT réussies : <ul style="list-style-type: none"> - la <i>projection persuasive</i>. Les parties prenantes sont mises en relation et persuadées, en s'appuyant sur une vision partagée, de rejoindre le projet d'innovation. - la <i>développement réfléchi</i>. Les parties prenantes doivent être convaincues de collaborer et travailler ensemble à des objectifs communs, bien qu'elles aient parfois des intérêts divergents ou même opposés. - la <i>contrôle définitionnel</i>. Définir les hypothèses de base et les parties prenantes à sélectionner pour limiter les pertes de temps et les efforts inutiles.
30	Prince et al. (2014) IO	Empirique (étude de cas)	---	
31	Roh et al. (2009) IM	Empirique (étude de cas)	La RFID présente un potentiel important lorsqu'elle est combinée avec d'autres technologies comme le GPS, le PLM.	<p>Les bénéfices directs et indirects espérés de l'usage de la RFID concernent trois principales dimensions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la <i>réduction des coûts</i>. L'usage de la RFID permet de réduire les coûts de vol, de main d'œuvre et d'inventaire. - la <i>visibilité de la chaîne d'approvisionnement</i>. Elle concerne la capacité de l'organisation à localiser et suivre en temps réel les flux physiques, les stocks, et les informations tout au long de la supply chain. - de <i>nouveaux processus</i>. La RFID permet par exemple d'automatiser le scanning des produits. <p>L'usage exploitatif ou exploratif de l'IoT affecte la créativité digitale des membres de l'organisation.</p> <p>La pleine conscience (mindfulness), qui s'appuie sur les pratiques et routines organisationnelles sous-jacentes comme être alerte, la diversité, le partage d'information, les échanges sociaux, la formation et l'apprentissage, gouverne l'implémentation réussie de la RFID.</p>
32	Shao et al. (2022) ISJ	Empirique (sondage)	---	---
33	Teo et al. (2011) EJS	Empirique (étude de cas)	Utilisée seule, la RFID génère moins de valeur que lorsqu'elle est intégrée à d'autres systèmes organisationnels.	L'usage de la RFID conduit à des économies de coûts opérationnels

34	Thiesse <i>et al.</i> (2009) EUIS	Empirique (étude de cas)	<ul style="list-style-type: none"> ■ La technologie peut impacter la performance de l'organisation seulement quand elle est combinée avec d'autres systèmes et ressources de l'organisation pour accroître sa valeur et son effet. ■ Pour que la RFID fonctionne de manière bénéfique, une extension sur-mesure du système d'information sur les marchandises a été développée. ■ Pour améliorer l'expérience d'achat des clients en s'appuyant sur la RFID, plusieurs artefacts comme le miroir intelligent, des linéaires intelligents sont développés. Tous fonctionnent sur une application web récupérant les données RFID et les informations d'inventaire du SI des marchandises. ■ Pour une implémentation et un usage réussis de la RFID, l'organisation s'appuie sur le support de quatre fournisseurs de logiciels, d'équipements et de services de consulting. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les objectifs initiaux de l'usage de la RFID sont l'optimisation des processus existants, la création de nouveaux processus. ■ Les impacts de l'usage de la RFID concernent : <ul style="list-style-type: none"> - l'automatisation . Par ex. l'accélération du scanning des conteneurs lors de la réception des commandes. - l'information . Par ex. l'amélioration de la qualité des données captées (ex. la localisation exacte et les caractéristiques des articles). - la transformation . Par ex. le remplacement de l'ancienne approche manuelle d'inventaire par une nouvelle approche moins coûteuse et sans intervention humaine s'appuyant sur un inventaire automatique, et qui augmente donc la disponibilité des produits dans les rayons. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'usage de la RFID a permis d'améliorer l'expérience client, et la mise en place de nouvelles sources de revenus. ■ L'usage de la RFID améliore la gestion du magasin (c'est-à-dire la gestion des catégories et du merchandising, l'agencement du magasin, la gestion RH). 	<ul style="list-style-type: none"> L'usage de la RFID entraîne plusieurs améliorations de performance : <ul style="list-style-type: none"> - au niveau des processus . Par ex. l'amélioration des économies de coûts, des réductions de temps, l'amélioration des temps de cycle pour les processus, la réduction du lead time, la réduction des marchandises égarées. - au niveau organisationnel . Par ex. en optimisant la gestion RH.
35	Tsai <i>et al.</i> (2010) IM	Empirique (sondage)	—	<p>L'intention d'usage de la RFID est liée à des bénéfices espérés comme l'amélioration de la rentabilité, l'amélioration du réapprovisionnement, l'amélioration de la précision des informations concernant les mouvements des articles, l'amélioration de la visibilité de la supply chain.</p>	—	—
36	Tsai <i>et al.</i> (2013) IM	Empirique (sondage)	—	<p>Les systèmes RFID sont associés à des économies de coûts, à l'amélioration des services aux clients, la réduction des ruptures de stock, le suivi des clients.</p>	<p>L'usage de la RFID vise à améliorer les relations avec les clients en aval, c'est-à-dire entretenir des relations inter-organisationnelles mutuellement bénéfiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'usage de l'IoT a conduit à la mise en place d'une approche de tarification par cycle qui privilégie la qualité par rapport au prix. L'usage de l'IoT a aussi permis de nouvelles collaborations au sein des municipalités, introduit de nouvelles pratiques de travail, amélioré le transfert de connaissances. ■ L'usage de l'IoT peut favoriser le développement de nouveaux Business Models. Ce qui permet d'obtenir des résultats allant bien au-delà de l'automatisation des processus existants.
37	Velsberg <i>et al.</i> (2020) EUIS	Empirique (étude de cas)	—	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les impacts les plus importants résultant de l'usage de l'IoT concernent l'amélioration de l'efficacité et l'efficience. ■ L'usage de l'IoT génère plusieurs bénéfices pour les municipalités comme la réduction du temps de gestion de la maintenance, la rationalisation des processus, l'amélioration de la logistique, le renforcement du contrôle et de la coordination en temps réel. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ La RFID permet de suivre les préférences des clients en magasin, pour offrir des offres discriminantes ou personnalisées en termes de prix. ■ La RFID permet d'améliorer la visibilité qu'ont les clients sur les produits en alimentant leurs téléphones mobiles en contenus (ex. informations sur le produit, commentaires sur le produit), et par conséquent d'améliorer leur expérience en magasin. 	—
38	Venkatesh <i>et al.</i> (2017) MISQ	Empirique (expérimentation)	<p>L'usage de la RFID en combinaison avec les applications mobiles permet une amélioration de l'expérience d'achat en magasin.</p>	—	—	

39	Wang <i>et al.</i> (2011) JSIS	Simulation	<ul style="list-style-type: none">■ L'usage de la RFID améliore le partage et l'échange d'information le long de la supply chain, ce qui conduit à l'amélioration de la visibilité et de la traçabilité, le renforcement de l'efficacité de l'expédition et de la réception, la réduction des erreurs de prévision de la demande et les ruptures de stock, et l'amélioration du contrôle des stocks.■ L'adoption de la RFID associée au modèle Grey de prévision à court-terme peut améliorer les performances de la fonction de prévision de la demande des clients.	—	<ul style="list-style-type: none">■ L'usage de la RFID le long de la supply chain peut permettre de réduire le lead time.■ Le modèle de supply chain basé sur la RFID conduit à une réduction de 43,6% des coûts des stocks par rapport à un modèle sans RFID.
40	Wei <i>et al.</i> (2015) IM	Empirique (sondage)	<p>Certains antécédents ou prédicteurs de l'usage de la RFID concernent :</p> <ul style="list-style-type: none">- /<i>avantage relatif</i>. En comparaison des systèmes classiques à code-barres. Par ex. dans le secteur du retail, la RFID permet de suivre et de contrôler le stock en temps réel, d'améliorer l'efficacité du réapprovisionnement, de réduire les erreurs de mise en rayon des produits, les ruptures de stock et les coûts de main-d'oeuvre.- /<i>la complexité</i>. Elle correspond à la mesure dans laquelle les organisations peuvent procéder à la refonte de leurs contextes organisationnels et processus opérationnels pour s'adapter à la RFID. La complexité concerne aussi les coûts initiaux et récurrents élevés relatifs à l'infrastructure nécessaire.- /<i>avantage concurrentiel</i>. La RFID ouvre la perspective d'améliorer la visibilité des stocks et la gestion des stocks, ce qui peut contribuer à renforcer l'avantage concurrentiel.	Tirer profit de la RFID implique de mettre en place des changements substantiels concernant la structure organisationnelle, les routines, les politiques, et les mécanismes de coordination	L'usage de la RFID permet la réduction du lead time et des coûts (ex. coûts de main-d'oeuvre).
41	Wessel <i>et al.</i> (2021) JAIS	Empirique (étude de cas)	<p>L'usage de l'IoT conduit à des changements des pratiques de travail.</p>	<ul style="list-style-type: none">■ L'usage de l'IoT conduit au renouvellement du portefeuille de produits (en intégrant une couche digitale dans les produits matériels, mais aussi par la mise en place de services digitaux indépendants) et du modèle de revenus (le paiement à l'usage remplace l'approche de vente unique), la refonte de la structure des départements (création d'une unité digitale indépendante).■ L'organisation traite désormais les demandes clients à distance, ce qui supprime l'essentiel des opérations de maintenance sur les sites des clients.■ Le poste de vendeur/commercial a été upgradé pour devenir un poste de consultant/conseiller capable d'accompagner les clients.	—

(Suite)

42	Xie <i>et al.</i> (2020) JAIS	Empirique (quasi- expérimentation)	—	—	<p>■ Dans le secteur des assurances, l'IoV (internet of vehicles) ouvre pour les compagnies d'assurance automobile, en s'appuyant sur la surveillance des micro-comportements de conduite, la possibilité d'optimiser les primes en fonction du profil de risque des automobilistes.</p> <p>■ L'IoV permet d'améliorer le processus de formation et d'apprentissage des élèves de l'auto-école, une amélioration qui apporte une valeur ajoutée globale au service de l'auto-école.</p>	L'usage de l'IoV réduit les coûts d'exploitation en éliminant la nécessité de fournir des coachs humains aux élèves pendant les tests de simulation.
43	Yang & Xiong (2019) JMIS	Expérimentations	—	—		Le VFR (virtual fitting room) peut améliorer (dans l'industrie du retail vestimentaire) les ventes et influencer de manière significative l'après-vente, notamment l'amélioration du niveau de satisfaction des clients, la réduction du niveau des retours de produits.
44	Yassae <i>et al.</i> (2019) IO	Empirique (design science)	—	—		Le DOHS (digital occupational health system) permet aux organisations d'identifier les schémas comportementaux et les facteurs environnementaux qui ont un impact sur la santé et le bien-être dans le contexte professionnel.
45	Zhang & Zhang (2021) IM	Empirique (expérimentation)	—	—		Les restaurants à proximité tirent un bénéfice indirect de l'application Pokemon Go via l'amélioration de leur réputation digitale.
46	Zhou <i>et al.</i> (2009) EJIS	Modélisation	—	—		Dans un contexte de volatilité de la demande, présenter aux clients des informations concernant les articles grâce à la RFID peut contribuer à l'avantage concurrentiel.

EJIS: European Journal of Information Systems
IM: Information & Management
IO: Information and Organization
ISJ : Information Systems Journal
ISR: Information Systems Research
JAIS: Journal of the Association for Information Systems
JIT: Journal of Information Technology
JMIS: Journal of Management Information Systems
JMS: The Journal of Strategic Information Systems
MISQ: MIS Quarterly

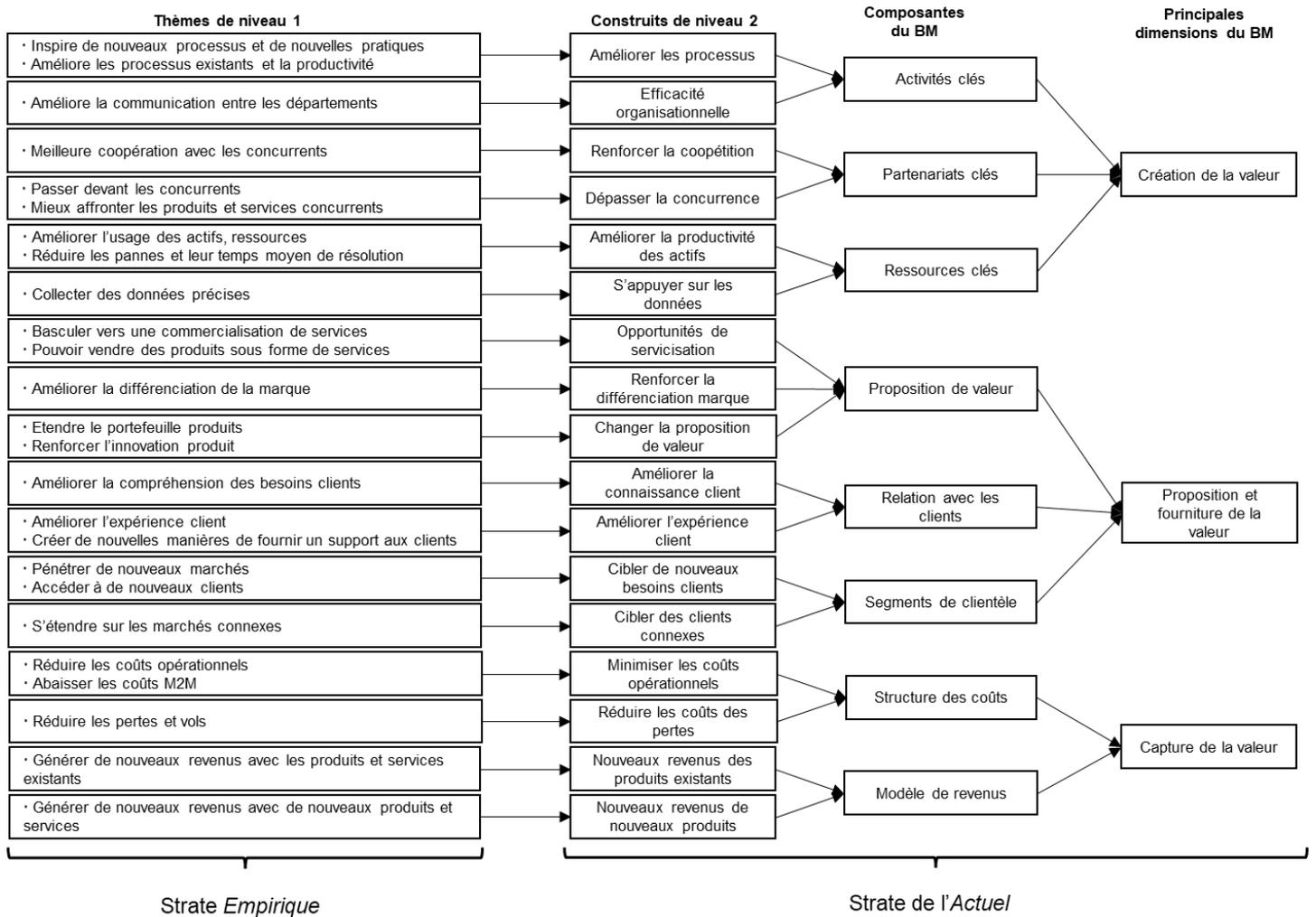
Annexe 3.1 : Les vingt-six études managériales collectées

Cabinets/instituts/organismes auteurs	Période de publication	Titre
Vodafone	Octobre 2013	The M2M Adoption Barometer
The Economist Intelligence Unit	Février 2014	The Internet of Things Business Index. A quiet Revolution Gathers Pace
Vodafone	Juillet 2014	The M2M Adoption Barometer
PriceWaterhouseCoopers	Décembre 2014	Industry 4.0 - Opportunities and Challenges of the Industrial Internet
Accenture Strategy & The Economist Intelligence Unit	2015	From Productivity to Outcomes. Using the Internet of Things to Drive Future Business Strategies. CEO Briefing
McKinsey	2015	Industry 4.0: How to Navigate Digitization of the Manufacturing Sector
International Data Corporation	Janvier 2015	German Buyers' Attitudes Toward the Internet of Things: Is the Market Ready for Takeoff ?
World Economic Forum & Industrial Internet Consortium & Accenture	Janvier 2015	Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services
Accenture & General Electric	Mai 2015	Industrial Internet Insights Report
International Data Corporation	Septembre 2015	IT and Business Decision Maker
PAC CXP & CGI	Mars 2016	IoT : quelle réalité pour le secteur industriel en France ?
Morgan Stanley & Automation World Magazine	Avril 2016	The Internet of Things and the New Industrial Revolution
McKinsey	Avril 2016	Industry 4.0 after the initial Hype: Where Manufacturers are finding Value and how they can best Capture it
Boston Consulting Group	Mai 2016	Time to Accelerate in the Race Toward Industry 4.0
Vodafone	Juillet 2016	IoT Barometer
Bain & Company	Août 2016	How Providers can Succeed in the Internet of Things
International Data Corporation	Septembre 2016	Global IoT Decision Maker
Boston Consulting Group	Décembre 2016	Sprinting to Value in Industry 4.0
451 Research	Décembre 2016	Voice of the Enterprise: IoT Workloads and Key Projects Survey
IoT Analytics & Digital Analytics Association Germany	Décembre 2016	Industrial Analytics 2016/2017. The Current State of Data Analytics usage in Industrial Companies
Telecommunications Industry Association	2016	Internet of Things Enterprise Survey. A White Paper
HCL Technologies & Vanson Bourne	Février 2017	IoT Strategy : Insights from early IoT Adopters
The Economist Intelligence Unit	Février 2017	The Internet of Things Business Index 2017. Transformation in Motion
HPE Aruba	Février 2017	L'internet des Objets : Aujourd'hui et demain
Cisco	Mai 2017	The Journey to IoT Value: Challenges, Breakthroughs, and Best Practices
Vodafone	Octobre 2017	IoT Barometer 2017/18

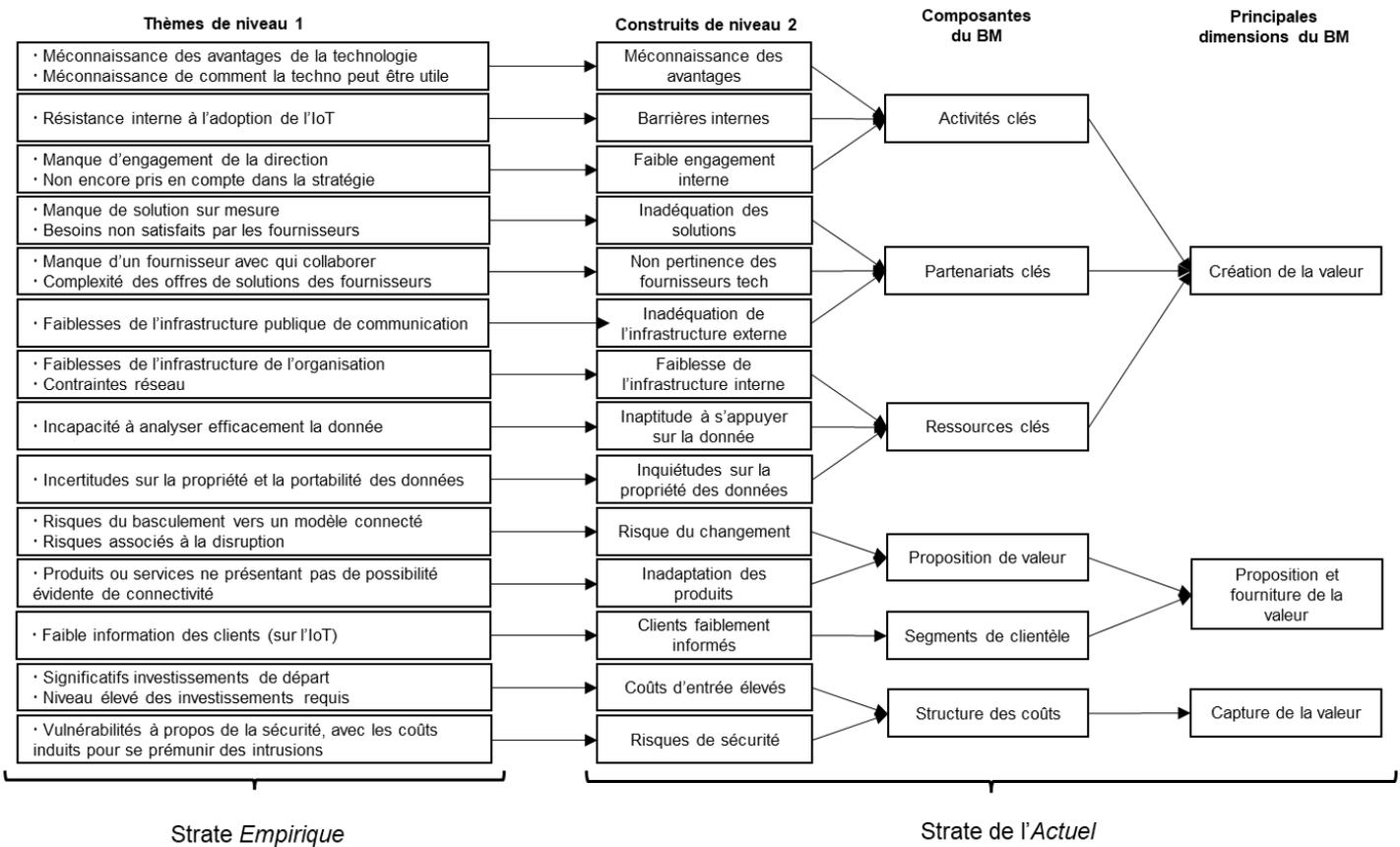
Annexe 3.2 : Les onze études managériales sélectionnées pour conduire la procédure de méta-analyse

Auteur	Nature	Période de publication	Echantillon	Entreprise des répondants	Couverture géographique	Types de questionnaire	Résultat statistique	Codage
Vodafone	Telco	Octobre 2013	327	Au moins 250 salariés	Plusieurs continents	QCM	Fréquences	BM Canvas
The Economist Intelligence Unit	Conseil	Février 2014	779	Moins de 500 millions \$ à plus de 10 milliards \$ de revenus annuels	Plusieurs continents	QCM	Fréquences	BM Canvas
World Economic Forum & Industrial Internet Consortium & Accenture	Institutionnel	Janvier 2015	250	0 à plus de 5 milliards \$ de revenus annuels	Plusieurs continents	QCM	Fréquences	BM Canvas
PAC CXP	Conseil	Mars 2016	150	Au moins 500 salariés	France	QCM	Fréquences	BM Canvas
Morgan Stanley & Automation World Magazine	Conseil	Avril 2016	200	NA	Plusieurs continents	QCM	Fréquences	BM Canvas
Bain & Company	Conseil	Août 2016	670	NA	Plusieurs continents	QCM	Fréquences	BM Canvas
TIA (Telecommunications Industry Association)	Institutionnel	Fin 2016	200	Plus de 10 millions \$ de revenus annuels	USA	QCM	Fréquences	BM Canvas
HCL & Vanson Bourne	ESN	Février 2017	263	NA	Plusieurs continents	QCM	Fréquences	BM Canvas
The Economist Intelligence Unit	Conseil	Février 2017	825	NA	Plusieurs continents	QCM	Fréquences	BM Canvas
HPE Aruba	ESN	Février 2017	3100	Au moins 500 salariés	Plusieurs continents	QCM	Fréquences	BM Canvas
Vodafone	Telco	Octobre 2017	1278	PME et grands groupes	Plusieurs continents	QCM	Fréquences	BM Canvas

Annexe 3.3 : Inférences rétrodictives sur les motivations – bénéfiques de l’usage de l’IoT



Annexe 3.4 : Inférences rétrodictives sur les challenges – risques de l’usage de l’IoT



Annexe 4.1 : Guide d'entretien

1. Connaissance de l'entreprise

- Quel périmètre géographique couvre votre poste ? (local/régional, France, continent, monde)
- Quels types de clients sont ciblés par l'entreprise ? Pouvez-vous nous expliquer les types de produits et/ou services proposés par l'entreprises à ces types de clients ?
- Pouvez-vous nous éclairer à propos de la taille de l'entreprise ? (nombre de salariés, chiffre d'affaires, etc.)
- Quelles technologies IoT ont été acquises et utilisées dans les activités de l'entreprise ces cinq dernières années ?
- Pourquoi l'entreprise s'est-elle intéressée à ces technologies ? A quelles nécessités répondent-elles ?

2. Acquisition et usage de l'IoT

- Comment, et par qui, est pilotée l'acquisition et l'introduction des technologies IoT ? Quels sont les rôles précis des membres de l'organisation sur la chaîne d'introduction de ces technologies dans les processus organisationnels, fonctionnels ou métiers ?
- Comment les pratiques de l'entreprise, le cas échéant sa culture, et la nature du travail ont-elles évolué à la suite de l'introduction des technologies IoT ? Pouvez-vous nous donner quelques exemples précis (dans les métiers de l'entreprise) ?
- Quelles nouvelles compétences ont-dû être mises en place pour correspondre aux usages de ces technologies ? Pouvez-vous nous donner quelques exemples illustratifs (dans les métiers de l'entreprise) ?
- Comment ont été impulsées les changements évoqués ci-dessus (équipes projets, managers, etc.) ? Quelles implications en termes de ressources (humaines, financières, technologiques, équipements, etc.) ? Pouvez-vous nous donner des exemples illustratifs ?

3. Usage de l'IoT et performance

- Les changements mentionnés à propos des pratiques et de la nature du travail ont-ils entraîné des gains de performance (organisationnel, opérationnel) ? Pouvez-vous nous donner quelques exemples illustratifs avec les gains de performance notés ?
- Des innovations de produits/services ont-elles été développées ou mises en place dans le cadre de l'usage des technologies IoT ? Pouvez-vous nous donner quelques exemples illustratifs ?

4. Relations avec les fournisseurs, clients

- Comment les fournisseurs de technologie ont-ils accompagné l'entreprise dans l'acquisition et l'introduction des technologies IoT, la mise en place des usages ? Pouvez-vous nous donner quelques exemples précis ?
- Le cas échéant, comment l'entreprise accompagne-t-elle à son tour ses clients (B-to-B) dans l'acquisition et l'usage des technologies IoT à travers ses produits et/ou services ? Pouvez-vous nous donner quelques exemples illustratifs ?

Annexe 4.2 : Liste des autres documents collectés sur les organisations

N°	Intitulés des documents
1	Rapport annuel d'activités 2015
2	Rapport annuel d'activités 2016
3	Rapport annuel d'activités 2017
4	Rapport annuel d'activités 2018
5	Rapport annuel d'activités 2019
6	Rapport annuel d'activités 2020
7	Etude de cas aéronautique et défense (édité en 2020)
8	Rapport annuel d'activités 2015
9	Rapport annuel d'activités 2016
10	Rapport annuel d'activités 2017
11	Rapport annuel d'activités 2018
12	Rapport annuel d'activités 2019
13	Rapport annuel d'activités 2020
14	Témoignage client (édité en 2018)
15	Communiqué de presse (mai 2018)
16	Communiqué de presse (mars 2018)
17	Présentation industrie 4.0 (novembre 2017)
18	Livre blanc (édité en 2015)
19	Rapport annuel d'activités 2015
20	Rapport annuel d'activités 2016
21	Rapport annuel d'activités 2017
22	Rapport annuel d'activités 2018
23	Rapport annuel d'activités 2019
24	Communiqué de presse (mars 2014)
25	Dossier de presse (mars 2018)
26	Communiqué de presse (octobre 2014)
27	Communiqué de presse (avril 2018)
28	Communiqué de presse (octobre 2013)
29	Rapport annuel d'activités 2015
30	Rapport annuel d'activités 2016
31	Rapport annuel d'activités 2017
32	Rapport annuel d'activités 2018
33	Rapport annuel d'activités 2019
34	Rapport annuel d'activités 2020
35	Plan stratégique 2017-2022
36	Communiqué de presse (juillet 2019)
37	Communiqué de presse (juillet 2020)
38	Plaquette de présentation usine du futur (juillet 2017)
39	Rapport annuel d'activités 2015
40	Rapport annuel d'activités 2016
41	Rapport annuel d'activités 2017
42	Rapport annuel d'activités 2018
43	Rapport annuel d'activités 2019
44	Rapport annuel d'activités 2020
45	Communiqué de presse (décembre 2016)
46	Communiqué de presse (juin 2015)
47	Rapport annuel d'activités 2015
48	Rapport annuel d'activités 2016
49	Rapport annuel d'activités 2017
50	Rapport annuel d'activités 2018
51	Rapport annuel d'activités 2019
52	Rapport annuel d'activités 2020
53	Communiqué de presse (avril 2018)
54	Communiqué de presse (septembre 2018)
55	Livre blanc

Suite)

56		Rapport annuel d'activités 2015
57		Rapport annuel d'activités 2016
58	OM_7	Rapport annuel d'activités 2017
59		Rapport annuel d'activités 2018
60		Rapport annuel d'activités 2019
61		Rapport annuel d'activités 2020
62		Magazine interne (septembre 2017)
63		Rapport annuel d'activités 2015
64		Rapport annuel d'activités 2016
65	OM_8	Rapport annuel d'activités 2017
66		Rapport annuel d'activités 2018
67		Rapport annuel d'activités 2019
68		Rapport annuel d'activités 2020
69		Présentation industrie 4.0
70	Autres documents	Alliance industrie du futur : communiqué de presse (juillet 2019)
71		Alliance industrie du futur : les 29 thématiques de l'indice I2DF
72		Alliance industrie du futur : étude sur l'industrie du futur (janvier 2020)
73		CIGREF : l'usine du futur (janvier 2017)
74		McKinsey : note sur l'IoT industriel (juin 2020)
75		World Economic Forum : note sur l'impact du Covid-19 sur les technologies avancées de production (juin 2020)
76		World Economic Forum : livre blanc (décembre 2019)

Annexe 4.3 : Exemples de codage pour inférer la strate de l'Actuel

Extraits	Thèmes	Événements	Domaines de choix	Composantes	Capacité opérationnelle
<p>Il faudrait que toutes les machines soient connectées pour qu'on puisse avoir les alertes de pannes. Que la machine puisse dire j'ai un roulement qui est entrain de chauffer, vous devriez regarder parce qu'il y aura un problème bientôt. Et puis qu'ensuite quand j'ai dit oui à un problème de roulement, la machine me dise ben tiens, vous voulez que je vous le commande votre roulement et que je vous dise quand il est magasin ? ... cette machine-là elle va pouvoir devenir un peu autonome, entre guillemets, et puis s'auto manager, s'auto piloter, s'auto dépanner. (Directeur d'usine OM_4 Interview)</p>	<p>Des machines pouvant signaler de futures pannes et s'auto dépanner</p>	<p>Etendre la disponibilité des équipements</p>	<p>Processus</p>	<p>Livrer dans des délais courts</p>	<p>Fiabilité</p>
<p>Avant on était sur des IHM ... des interfaces hommes machine. Ce n'était pas l'interface homme machine... On avait l'automatisme qui envoyait sur un écran accroché à la machine une information en disant attention je suis à l'arrêt 3410. Puis après il fallait que l'opérateur recherche 3410 ce que ça voulait dire exactement. ... (Avec) le digital, ... la machine ne dit pas je suis à l'arrêt 3410, elle dit plutôt pour que je redémarre il faut que tu me changes le roulement, il faut que tu me changes la résistance, etc. Et est-ce que tu veux que je te la commande ? Est-ce que tu veux que je prévoie l'arrêt à tel jour à telle heure parce que je sais qu'à telle heure de tel jour je n'aurai pas de pièce à fabriquer parce que mon client (par ex. une autre machine) est déjà fourni. Donc on change complètement l'interface. C'est-à-dire qu'on est sur des interfaces hyper comment je dirai faciles, hyper lisibles par rapport à l'interface où avant on avait besoin d'automaticien, d'électrotechnicien, de spécialiste pour comprendre le problème et la maladie de la machine. (Directeur d'usine OM_4 Interview)</p>	<p>Des IHM renforcées par la socialisation des artefacts physiques</p>	<p>Etendre la disponibilité des équipements</p>	<p>Processus</p>	<p>Livrer dans des délais courts</p>	<p>Fiabilité</p>

Annexe 4.4 : Exemples de codage pour inférer la strate du Réel

Extraits	Thèmes	Sous-dimensions	Dimensions
<p>... une des premières actions ça a été de avant de parler d'industrie 4.0, c'était finalement de dire qu'est-ce qu'on voit à l'extérieur et qu'on ne voit pas réellement ... (dans l'usine) (Directeur d'usine OM_4 Interview)</p> <p>... avant même qu'on ne commence à parler du 4.0 ... l'idée ça a été ... d'abord de se dire tiens on voit des choses à l'extérieur, des applications sur Iphone, des utilisations de domotique à la maison, etc. Mais finalement ça veut dire quoi pour l'usine tout ça (Directeur d'usine OM_4 Interview)</p> <p>Donc on a mis en place une équipe transverse. Alors c'est quoi une équipe transverse ? ... c'était une jeune qui venait d'être embauchée qui ne connaissait pas l'usine, qui ne connaissait pas l'entreprise et à qui on dit, bah tiens regarde, en plus de ton job, de ton métier, tu vas piloter un groupe digital. C'est quoi le digital, c'est quoi les attentes. Et pour piloter le groupe, tu auras avec toi un membre de l'usine par département. ... Donc c'est une dizaine de personnes que tu vas avoir finalement avec toi. Et puis vous allez nous bousculer un peu sur votre vision du digital, qu'est-ce qu'il faudrait faire pour que cette usine soit une usine du futur (Directeur d'usine OM_4 Interview)</p> <p>On est parti finalement d'une comparaison avec la vie de tous les jours et puis notre vie professionnelle. Et en se rendant compte qu'il y avait vraiment un décalage important. Et donc l'étape d'après ça a été de dire ben finalement qu'est-ce qu'il faudrait faire dans l'usine pour que ça ressemble à ce qu'on a dehors. (Directeur d'usine OM_4 Interview)</p> <p>... on n'a jamais été en top-down. ... on n'a jamais dit on va mettre en place tel outil de suivi de l'activité de l'usine et que tout le monde doit appliquer. Ça ne marche pas. Donc on a toujours été en agile. On a dit voilà, on a un problème à cet endroit-là. Ce n'est pas le problème du directeur, c'est le problème de la base. Qu'est-ce qu'il faudrait pour traiter ton problème. (Directeur d'usine OM_4 Interview)</p>	<p>Analyse, état des lieux des technologies digitales disponibles dans l'environnement</p> <p>Examiner l'implication des technologies digitales pour l'usine</p>	<p>Surveiller l'environnement</p> <p>S'inspirer de l'environnement</p> <p>S'appuyer sur les schémas cognitifs des lignes hiérarchiques inférieures</p> <p>S'appuyer sur la pleine conscience (Mindfulness)</p> <p>S'appuyer sur les schémas cognitifs des lignes hiérarchiques inférieures</p>	<p>Conditions & autres mécanismes</p> <p>Conditions & autres mécanismes</p> <p>Conditions & autres mécanismes</p> <p>Structure</p> <p>Structure</p>

Annexe 4.5 : Protocole de l'étude de cas mise en œuvre dans la troisième partie du manuscrit

Aperçu général de l'étude

La démarche d'étude de cas mise en œuvre dans la troisième partie du manuscrit vise à investiguer la reconfiguration de la Stratégie Industrielle par des organisations manufacturières qui routinisent l'IoT dans leurs systèmes d'activités. L'étude vise aussi à analyser les impacts d'une telle reconfiguration en termes d'amélioration de la performance opérationnelle.

Les analyses de l'étude concernent donc trois principaux éléments :

- *l'usage de l'IoT*
- *la Stratégie Industrielle*
- *la performance opérationnelle.*

Les analyses concernant ces éléments s'appuient sur un cadre théorique qui inclut des enseignements de la perspective des Capacités Dynamiques (Teece *et al.*, 1997), de la théorie PFI (Teece, 1986) et de la théorie de la Stratégie Industrielle (Skinner, 1969). Ces théories se complètent pour éclairer la manière dont les organisations manufacturières réalisent de la valeur, maximisent la rente économique.

La collecte des données de l'étude

La collecte des données s'appuie sur trois critères :

- *la nature de l'organisation.* L'étude porte exclusivement sur des organisations manufacturières.
- *l'usage diversifié de l'IoT.* L'étude prend en compte tout type de technologie IoT.
- *la routinisation de l'IoT.* L'étude se focalise sur les organisations en phase avancée de l'assimilation de l'IoT dans leurs systèmes d'activités.

Les sources de données pour l'étude

La collecte des données s'appuie sur quatre principales sources de données :

- *les articles de presse.* Ils proposent de premières informations sur les pratiques des organisations manufacturières routinisant l'IoT concernant la Stratégie Industrielle. Ils permettent aussi d'identifier de potentiels contacts à interviewer.
- *les interviews.* Elles permettent de documenter plus en profondeur les pratiques des organisations manufacturières routinisant l'IoT concernant la Stratégie Industrielle.
- *les vidéos.* Elles permettent de visualiser les processus de production des organisations manufacturières.
- *les autres documents* (rapports d'activités, brochures commerciales, dossiers de presse, etc.). Ils complètent les précédentes sources pour recueillir des informations sur les pratiques des organisations

Analyse des données

Les données collectées sont analysées suivant une approche abductive, précisément la démarche d'inférence rétrodictive.

Guide d'entretien

Le guide d'entretien est rendu disponible en Annexe 4.1.

Livrables attendus

La mise en œuvre de l'étude débouche sur une présentation détaillée des résultats et une discussion en lien avec les éléments théoriques définis.

Annexe 4.6 : Structuration complétée³³⁷ du contenu de la Stratégie Industrielle

		Domaines de décisions		
		Processus	Schémas organisationnels	Membres de l'organisation
Capacités opérationnelles ordinaires	Qualité	<p>Conformité processus</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Approche flexible et dynamique de la vérification de la conformité ■ Approche séquentielle de la vérification de la conformité <p>Conformité produits</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Automatisation (complète ou partielle) de la vérification de la conformité ■ Vérification assistée de la conformité 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Parcours décisionnel combinant rationalité et heuristique ■ Design organisationnel plat, combinant contrôle et exploration <p>■ Colocalisation, équipes mixtes ou cross fonctionnelles facilitant les interactions entre les équipes qualité et TI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ S'appuyer sur la propension et l'engagement envers le changement ■ S'appuyer sur les stratégies cognitives et le dialogue productif ■ S'appuyer sur les mécanismes RH comme la formation, le développement, la diffusion de la connaissance
	Fiabilité	<p>Livrer dans les délais</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Surveillance dynamique et flexible des équipements et processus ■ Surveillance assistée des flux de matières ■ Amélioration de l'ergonomie pour réduire la pénibilité et le risque d'erreurs humaines <p>Livrer dans des délais courts</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Recherche continue d'amélioration des temps de cycle ■ Recherche continue de l'extension de la disponibilité des équipements ■ Amélioration de la maintenance curative 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Parcours décisionnel combinant rationalité et heuristique ■ Schéma organisationnel s'appuyant sur l'expertise des membres en première ligne ■ Ajustement mutuel, intégration, entre les équipes production et maintenance ■ Renforcement de l'encadrement ■ Design organisationnel ouvert ■ Schéma organisationnel s'appuyant sur l'expertise des membres en première ligne ■ Responsabilisation et autonomie élevée des membres en première ligne ■ Parcours décisionnel combinant rationalité et heuristique ■ Refonte des périmètres de prérogatives des départements 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Réduction de la taille des équipes support ■ Réduction du nombre de membres en première ligne, et au niveau de l'encadrement intermédiaire ■ Niveaux de compétence et de polyvalence élevés requis pour les membres en première ligne ■ Intégration de nouveaux métiers <p>■ Réduction du nombre de membres en première ligne, et au niveau de l'encadrement intermédiaire</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Réduction de la taille des équipes support à la maintenance des équipements de production ■ Niveaux de compétence et de polyvalence élevés requis pour les membres en première ligne
	Flexibilité	<p>Changement de produit</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Système de fabrication modulaire ■ Recherche continue de l'amélioration des processus (modules) <p>Changement de volume</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Cohérence dynamique inter modules 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Parcours décisionnel combinant rationalité et heuristique ■ Semi-structure modulaire, dynamique ■ Responsabilisation et autonomie élevée des membres en première ligne 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Niveaux de compétence et de polyvalence élevés requis pour les membres en première ligne ■ Flexibilité fonctionnelle des membres ■ Flexibilité numérique ■ Niveaux de compétence et de polyvalence élevés requis pour les membres en première ligne
	Coût	<p>Directs</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Surveillance dynamique des équipements et processus <p>Indirects</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Surveillance dynamique de l'ensemble de l'infrastructure 	—	—
	Sécurité	<p>Vulnérabilité de l'infrastructure</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Surveillance dynamique des équipements et processus ■ Tests de sécurité ■ Systèmes de sécurité basés sur la blockchain <p>Vulnérabilité humaine</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Vérification sécurité ex-ante 	—	<ul style="list-style-type: none"> ■ S'appuyer sur les mécanismes RH comme la formation, le développement, la diffusion de la connaissance

³³⁷ Les lignes grisées correspondent aux éléments ajoutés (en tenant compte des résultats de l'étude empirique) en comparaison au Tableau 4.1 (p.294 du manuscrit)