



**Les barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle : Résultats d'une
étude Delphi**

par

Mathieu Bérubé

Science de la gestion

(Option Transformation numérique des organisations)

Mémoire présenté en vue de l'obtention

du grade de maîtrise ès sciences

(M. Sc.)

Septembre 2020

© Mathieu Bérubé,

SOMMAIRE

Comme plusieurs innovations technologiques avant elle, l'intelligence artificielle (IA) promet de révolutionner les organisations. Cependant, l'implantation de l'IA dans les organisations n'est pas une tâche aussi simple qu'elle ne le semble. Cette étude exploratoire vise à faire la lumière sur les barrières à l'implantation de l'IA dans les organisations.

La méthodologie employée est basée sur une étude Delphi de type « ranked » réalisé auprès de 18 experts dans le domaine. La réalisation de cette étude a permis d'identifier et de prioriser 16 barrières à l'implantation de l'IA en fonction de leur importance. Selon les experts, la barrière à l'implantation la plus importante est *l'Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA*. En comparant nos résultats avec la recherche antérieure portant sur les barrières à l'implantation de d'autres systèmes d'information ainsi qu'avec la littérature académique et professionnelle, nos conclusions font ressortir des défis spécifiques à l'implantation de l'IA pour les organisations. Les barrières à l'implantation de l'IA se regroupent au sein de trois catégories, soit un manque de capacités organisationnelles relié aux données, un manque de compétences individuelles en lien avec l'IA et des barrières à l'implantation générique observées dans la littérature en implantation, mais qui persistent tout de même avec cette innovation.

Mots-clés : Intelligence artificielle; Barrières à l'implantation; Enquête par questionnaire; Delphi.

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre 1 - Introduction.....	1
1.1 Mise en Contexte.....	1
1.2 Objectifs de l'étude.....	4
1.3 Contributions potentielles	4
1.4 Structure du mémoire.....	5
Chapitre 2 - Revue de la littérature	6
2.1 - Objectif	6
2.2 - Stratégie de recherche et analyse.....	8
2.3 - Barrières à l'implantation des TI.....	11
2.3.1 - Barrières communes à l'implantation des TI	12
2.3.2 - Revue de différents types d'implantation	20
2.4 - Portrait de l'IA	30
2.4.1 - Conceptualisation de l'IA	30
2.4.2 - Impacts de l'intelligence artificielle	33
2.4.3 - Applications de l'IA	37
2.5 - Barrières potentielles à l'implantation de l'IA	41
2.6 - Résumé	44
2.7 - Conclusion	47
Chapitre 3 - Méthodologie	48
3.1 - Rappel des objectifs.....	48
3.2 - Cadre opérationnel et méthodologique	48
3.3 - L'Étude delphi et sa mise en application	49
3.3.1 - Étape 1 : Sélection du groupe d'experts	51
3.3.2 - Étape 2 : Brainstorming	54

3.3.3 - Étape 3 : Validation des barrières et des libellés	55
3.3.4 - Étape 4 : Priorisation des barrières.....	55
3.4 - Conclusion	58
Chapitre 4 - Présentation des résultats.....	59
4.1 - Structure.....	59
4.2 - Participants.....	59
4.3 - Résultats.....	61
4.3.1 - Première ronde - Brainstorming	61
4.3.2 - Deuxième ronde - Validation	64
4.3.3 - Troisième ronde - Priorisation	68
4.3.4 - Quatrième ronde - Priorisation.....	69
4.4 - Conclusion	74
Chapitre 5 - Analyse et discussion	75
5.1 - Structure.....	75
5.2 - Analyse des résultats.....	75
5.3 – Discussion	81
5.3.1 - Barrières à l’implantation générales.....	82
5.3.2 - Enjeux liés aux données.....	84
5.3.3 - Compétences liées à l’Intelligence artificielle.....	86
Chapitre 6 - Conclusion	89
6.1 - Rappel des questions de recherche et des objectifs	89
6.2 - Rappel de la démarche méthodologique	89
6.3 - Principaux résultats.....	90
6.4 – Contributions à la recherche et limites	91
6.5 – Contributions à la pratique	92
Bibliographie.....	i
Annexes	vii

Annexe 1 - Courriel de premier contact	viii
Annexe 2 – Document informationnel sur l’étude	ix
Annexe 3 – Brainstorming	x
Annexe 4 – Validation	xv
Annexe 5 – Priorisation #1	xx
Annexe 6 – Priorisation #2	xxvi
Annexe 7 – Gabarit du courriel de rappel.....	xxxii

LISTE DES FIGURES

FIGURE 2.1 - CADRE OPÉRATIONNEL DE L'ÉTUDE	7
FIGURE 2.2 - POSITIONNEMENT DES BARRIÈRES COMMUNES À L'IMPLANTATION	18
FIGURE 2.3 - TYPES D'APPRENTISSAGE.....	32
FIGURE 2.4 - ILLUSTRATION DU DOMAINE DE L'IA.....	32
FIGURE 2.5 - RAISONS D'ADOPTER L'IA	34
FIGURE 2.6 - PRÉVISION DE L'IMPACT SUR LES OFFRES DANS LES INDUSTRIES.....	36
FIGURE 2.7 - PRÉVISION DE L'IMPACT SUR LES PROCESSUS DANS LES INDUSTRIES	37
FIGURE 3.1 - CADRE OPÉRATIONNEL DE L'ÉTUDE	49
FIGURE 3.2 - DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE DELPHI.....	51
FIGURE 3.3 - DÉROULEMENT DE LA COLLECTE DE DONNÉES.....	57
FIGURE 4.1 - HIÉRARCHIE DES CRITÈRES D'ARRÊT DANS LES ÉTUDES DELPHI	72

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 2.1 - STRATÉGIE DE RECHERCHE POUR LES BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE PROJET TI	9
TABLEAU 2.2 - STRATÉGIE DE RECHERCHE POUR LA LITTÉRATURE PORTANT SUR L'IA	9
TABLEAU 2.3 - PLAN DE CONCEPT SUR LE THÈME DE L'IA	10
TABLEAU 2.4 - BARRIÈRES COMMUNES À L'IMPLANTATION DES TI	13
TABLEAU 2.5 - CATÉGORISATION DES BARRIÈRES COMMUNES	17
TABLEAU 2.6 - TABLEAU RÉCAPITULATIF DE LA SECTION 2.3.1.....	19
TABLEAU 2.7 - BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DES TI DE DIFFÉRENTS SECTEURS.....	21
TABLEAU 2.8 - BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE PGI.....	25
TABLEAU 2.9 - BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE GRC	26
TABLEAU 2.10 - BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE L'INFONUAGIQUE.....	27
TABLEAU 2.11 - SYNTHÈSE DES BARRIÈRES À L'IMPLANTATION PAR TECHNOLOGIE	28
TABLEAU 2.12 - APPLICATIONS DE L'IA DANS LE SECTEUR PUBLIC	39
TABLEAU 2.13 - BARRIÈRE À L'IMPLANTATION DE L'IA	42
TABLEAU 2.14 - RÉSUMÉ DE LA REVUE DE LA LITTÉRATURE	45
TABLEAU 4.1 - TAUX DE PARTICIPATION PAR RONDE DE L'ÉTUDE DELPHI	59
TABLEAU 4.2 - PROFIL DES PARTICIPANTS AU PANEL DELPHI	60
TABLEAU 4.3 - LISTE CONSOLIDÉE DE BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE L'IA	62
TABLEAU 4.4 - LISTE VALIDÉE DE BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE L'IA	66
TABLEAU 4.5 - INTERPRÉTATION DU W DE KENDALL	68
TABLEAU 4.6 - RANG MOYEN DES BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE L'IA SUITE À LA 3E RONDE	69
TABLEAU 4.7 - RANG MOYEN DES BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE L'IA SUITE À LA 4E RONDE	70
TABLEAU 4.8 - RÉSULTATS DES TESTS DES RANGS SIGNÉS DE WILCOXON	71
TABLEAU 4.9 - CONSENSUS EN FONCTION DES CLASSES	73
TABLEAU 4.10 - POSITIONNEMENT DES BARRIÈRES SELON LES CLASSES	74
TABLEAU 5.1 - BARRIÈRES PRÉSENTENT DANS LA LITTÉRATURE.....	76
TABLEAU 5.2 - CATÉGORISATION DES BARRIÈRES.....	77
TABLEAU 5.3 - SOMMAIRE DE LA DISCUSSION.....	82

LISTE DES ABRÉVIATIONS

Abréviation	Terme original
GRC	Gestion de la relation client (CRM)
IA	Intelligence artificielle
PGI	Progiciel de gestion intégré
POC	Preuve de concept (Proof of concept)
ROI	Retour sur investissement
TI	Technologies de l'information

REMERCIEMENTS

L'introspection liée à l'écriture de ces dernières lignes me fait réaliser à quel point j'ai la chance d'avoir un entourage qui m'appuie et m'encourage continuellement à aller de l'avant.

Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur de mémoire, Gregory Vial, pour avoir accepté de m'accompagner dans cette aventure qui marque la fin d'un grand chapitre. Je le remercie pour ses judicieux conseils et sa grande disponibilité qui m'auront guidé tout au long de cette réalisation. Une grande part de responsabilité te revient dans la concrétisation de ce projet. Je remercie également tous les professeurs du département des technologies de l'information. Plus particulièrement, je souhaite remercier Guy Paré qui a su me transmettre sa passion pour la recherche et sans qui je n'aurais pas réalisé ce mémoire. Tu auras su m'orienter dans la bonne direction dès le début de ce projet.

Je souhaite remercier Tanya Giannelia pour son aide et son apport à la réalisation de ce mémoire.

Je remercie aussi tous les participants qui ont accepté de faire partie de cette étude et qui, au fil des mois, ont continué de collaborer au-delà des attentes.

Je tiens à remercier ma famille pour son support tout au long de mes études. Ma mère, Lianne Tremblay, qui m'a toujours encouragé à foncer pour obtenir ce que je veux. Mon père, Claude Bérubé, pour son temps et ses précieux conseils. Ma conjointe, Laura Fradet-Calos, pour m'avoir encouragé et motivé tout au long de mon parcours à la maîtrise.

La réalisation d'un projet de cette envergure ne peut être possible sans le soutien de plusieurs personnes. C'est pourquoi je souhaite terminer en remerciant tous les membres de mon entourage qui, de près ou de loin, m'auront accompagné dans ce chapitre que je termine aujourd'hui.

CHAPITRE 1 - INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

L'intelligence artificielle (IA) est une branche des sciences informatiques qui vise à simuler l'intelligence humaine via des systèmes autonomes capables d'apprendre de données et, ultimement, prendre des décisions (Čerka, Grigienė et Sirbikytė, 2017 : 77; Niu *et al.*, 2016; Shi et Zheng, 2006). L'engouement pour l'IA ne cesse de croître chez les chercheurs et les praticiens, alimenté entre autres par l'innovation soutenue dans ce domaine. Par exemple, le NASDAQ OMX'S News estime que la taille du marché mondial de l'IA vaudra 733,7 milliards de dollars US d'ici 2027 (NASDAQ OMX's News, 2020). Au Canada, plus précisément au Québec, près de 177 M\$ ont été octroyés par le Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada à l'Université McGill et à l'Université de Montréal, afin de financer la poursuite de la recherche dans ce domaine (Investissement Québec, 2020). D'ici 2022, on estime que la popularité de l'apprentissage profond (deep Learning) –une approche récente mobilisée pour les cas d'utilisation avancés de l'IA–aura dépassé les autres approches d'apprentissage machine (machine Learning) pour les tâches reliées à l'analytique selon Gartner (Choudhary et Linden, 2020).

Dans un contexte organisationnel, l'engouement actuel pour l'IA s'illustre principalement par les nombreux articles et travaux mettant en exergue la capacité de l'IA à transformer de façon profonde les industries et marchés ainsi que les processus et même les modèles d'affaires des entreprises. Ainsi, selon certaines estimations, environ 30% des tâches pourraient être traitées par des algorithmes issus de l'intelligence artificielle (Faraj, Pachidi et Sayegh, 2018; Manyika *et al.*, 2017). Ceci permettrait de transformer le fonctionnement d'une grande variété de domaines d'activité, tels que la justice (Janis, 2014), la comptabilité (Meskovic *et al.*, 2018), les assurances (Riikinen *et al.*, 2018), la finance (Bahrammirzaee, 2010) et bien d'autres (Wirtz, Weyerer et Geyer, 2019). L'IA a aussi le potentiel de créer de la valeur tout au

long de la chaîne d'approvisionnement. Elle permettrait entre autres de faire de meilleures prédictions et de mieux anticiper la demande, d'optimiser la recherche et développement, de mieux cibler les clients potentiels, d'améliorer les processus de production et, finalement, d'améliorer l'expérience utilisateur (Meskovic *et al.*, 2018)

Devant l'ampleur de ce phénomène, il est justifié de se questionner sur les différents enjeux qui l'accompagnent. En effet, Faraj, Pachidi et Sayegh (2018) estiment qu'en raison de plusieurs facteurs tels que l'opacité des algorithmes et les enjeux liés à la numérisation de données de qualité, les organisations ainsi que les professions devront faire face à des défis inattendus. Même si les attentes et le sentiment d'opportunité liés à l'IA sont élevés, des barrières limitent son adoption au sein des organisations (Ransbotham *et al.*, 2017). Pour les entreprises qui souhaiteraient investir dans l'IA, il est important de connaître l'ensemble des implications que cela entraîne, notamment en ce qui a trait à l'implantation de l'IA en contexte organisationnel. À tout le moins, on peut légitimement se questionner sur les éventuelles différences qui existeraient entre l'implantation de l'IA comme une forme de technologie et l'implantation des technologies de l'information (TI) plus « traditionnelles » telles les progiciels de gestion intégrés (PGI) pour lesquelles la littérature en TI existe (e.g. Saatçioğlu Ömür, 2009). Le dictionnaire Merriam-Webster définit une technologie comme « a manner of accomplishing a task especially using technical processes, methods, or knowledge »¹. Considérant l'IA comme un procédé pour accomplir des tâches analytiques, on peut y référer comme une technologie à haut niveau. Certains auteurs ont d'ailleurs suggéré que l'implantation de l'IA fait face à des barrières qui lui sont spécifiques (Andrews *et al.*, 2018) en raison de sa complexité et de son manque de maturité.

Un rapport de Nimdzi Insights (2019) constate que 85 % des projets d'implantation d'IA mènent à des échecs. De son côté, la société Gartner estime que d'ici 2022, 85%

¹ Merriam-Webster. (n.d.). Technology. *Merriam-Webster.com dictionary*. Récupéré le 29 août 2020 de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/technology>

des projets d'IA généreront des résultats incorrects (Targeted News Service, 2018). Selon eux, les biais liés aux données, aux algorithmes et à l'équipe qui les gère expliqueraient ces résultats erronés. En effet, l'IA se base sur l'analyse de larges quantités de données pour être en mesure de faire des prédictions. L'échec du chat bot Tay, une IA créée par Microsoft, illustre bien certaines problématiques liées à l'implantation de l'IA malgré une performance technique satisfaisante : Tay a été déployé en 2016 afin d'échanger avec les utilisateurs du réseau social Twitter et d'apprendre de ses interactions. Cependant, Microsoft dut suspendre l'expérience dès la journée de son lancement étant donné que le chat bot tenait un discours haineux, raciste et diffamatoire à la suite de milliers d'interactions (Neff et Nagy, 2016). Le géant Amazon a également rencontré certaines difficultés avec son logiciel de notation des candidats. À la conquête de talent, Amazon utilisait des techniques d'apprentissage machine afin d'attribuer une note sur 5 étoiles aux nouveaux candidats. Puisque le logiciel était entraîné majoritairement avec des données provenant de curriculum vitae de candidats masculins, ce dernier biaisait la notation des candidates (Dastin, 2018).

Ces premières estimations sur le taux d'échec des projets d'IA ainsi que les exemples d'échecs survenus dans des entreprises comme Microsoft ou Amazon qui sont pourtant au faîte des avancées techniques dans ce domaine illustrent les difficultés auxquelles les organisations peuvent se heurter avec l'IA. Afin d'augmenter la probabilité que de tels projets rencontrent un succès à la hauteur des attentes des professionnels (Targeted News Service, 2018), il est donc important d'identifier les défis liés à l'implantation de l'IA dans un contexte organisationnel. À cette fin, cette étude se penche sur l'identification des barrières à l'implantation de l'IA. Plus précisément, ce mémoire répond aux questions de recherche suivantes :

- 1) *Quelles sont les barrières à l'implantation de l'IA dans les organisations?*
- 2) *Quelle est l'importance relative de chacune de ces barrières par rapport aux autres?*

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Le but principal de cette étude est de contribuer à développer la connaissance scientifique dans le domaine de l'implantation de l'IA. La revue de la littérature que nous avons effectuée faisant ressortir un manque de connaissance scientifique spécifique sur ce sujet, cette étude aura des implications à la fois pour l'avancement de la connaissance scientifique et pour les professionnels impliqués dans ce type d'initiative. À cette fin, cette étude propose:

1. D'identifier les barrières potentielles à l'implantation de l'IA à travers la réalisation d'une revue de la littérature;
2. De dresser une liste de barrières à l'implantation de l'IA sur la base des avis d'experts du domaine;
3. D'ordonner ces barrières selon leur importance relative;
4. De comparer les barrières à l'implantation de l'IA identifiées par les experts avec celles relevées dans la revue de la littérature.

D'un point de vue méthodologique, la portion empirique de cette étude correspondant aux deuxième et troisième objectifs repose sur une étude Delphi impliquant un groupe d'experts dans le domaine de l'implantation de l'IA.

1.3 CONTRIBUTIONS POTENTIELLES

La réalisation de cette étude s'accompagne de contributions scientifiques et pratiques. Du point de vue scientifique, puisque la couverture de ce sujet de recherche est peu développée, l'identification des barrières à l'implantation de l'IA fournit un point de départ pour de futurs travaux sur le sujet.

D'un point de vue pratique, cette étude permet aux professionnels en IA d'être plus informés quant aux défis potentiels à relever lors de ce type de projet. En ayant conscience de l'importance de chacune des barrières identifiées, les gestionnaires

pourront également allouer les ressources nécessaires pour réduire leurs impacts et les surmonter pour ainsi favoriser la réussite de leurs projets d'implantation d'IA.

1.4 STRUCTURE DU MÉMOIRE

Ce mémoire est structuré en six chapitres. Dans le prochain chapitre, une revue de la littérature est réalisée. Elle se concentre sur les barrières à l'implantation dans le domaine des TI et de l'IA. Nous aborderons le thème de l'IA en nous concentrant surtout sur la dimension « Affaires », c'est-à-dire sur son potentiel et ses applications dans les organisations plutôt que sur l'aspect technique (par exemple le développement des algorithmes). Par ailleurs, en contexte organisationnel, l'IA est incorporée dans un artefact TI (par exemple un *chatbot*); c'est pourquoi nous y ferons référence parfois comme une technologie dans le cadre de ce mémoire. Le troisième chapitre présente l'approche méthodologique utilisée dans le cadre de cette recherche. Le quatrième chapitre présente les résultats obtenus suite à notre étude. Le cinquième chapitre propose l'analyse de ces résultats, ainsi qu'une discussion. Finalement, le sixième chapitre conclut ce mémoire en proposant notamment des avenues pour la recherche future dans le domaine.

CHAPITRE 2 - REVUE DE LA LITTÉRATURE

2.1 - OBJECTIF

La revue de la littérature vise à dresser un premier portrait des connaissances relatives aux barrières à l'implantation de l'IA dans les organisations. Étant donné que l'IA est incorporée à l'intérieur de systèmes d'information, on note une forte composante TI pour l'implantation de l'IA. C'est pourquoi, dans un premier temps, ce chapitre permettra de définir et d'identifier les barrières à surmonter lors de l'implantation des TI. Étant donné que celles-ci peuvent varier d'un projet à l'autre, la revue de la littérature s'intéressera à différents scénarios. Les barrières à l'implantation des TI seront tout d'abord examinées sous l'axe des secteurs d'activité. Cela permettra d'illustrer si certains de ces secteurs possèdent des barrières qui leur sont spécifiques. Le deuxième axe d'analyse se situe au niveau de technologies spécifiques. Nous en avons sélectionné trois (PGI, GRC, et infonuagique) qui permettent d'illustrer et de suivre l'évolution des barrières à l'implantation dans le temps puisqu'il s'agit de technologies développées à différentes époques. Puisque les technologies retenues ne sont pas explicitement reliées, il sera possible d'identifier des tendances à savoir si certaines barrières sont communes à plusieurs TI. Ensuite, ce chapitre abordera le thème de l'IA. Ce concept sera davantage développé sous un angle TI, c'est-à-dire en se concentrant plus précisément sur les applications que sur les aspects plus techniques. La raison principale de cette approche est que cette étude porte davantage sur l'utilisation de l'IA pour régler des problématiques organisationnelles que sur le développement de la technologie en soi. Malgré tout, quelques concepts techniques seront tout de même évoqués, afin de bien saisir l'essence ainsi que la portée de l'IA. Finalement, l'identification de barrières potentielles liées à l'IA permettra d'unir les deux courants de littérature présentés, c'est-à-dire d'identifier quelles sont les barrières possibles à franchir dans l'implantation de cette technologie dans une organisation.

Afin de bien comprendre le but de cette revue de littérature, la figure 2.1 représente le cadre opérationnel de cette étude. Cette revue de littérature correspond à la partie encadrée grise. Elle servira de fondement pour déduire un ensemble de barrières à l'implantation de l'IA dans les organisations. Cette assise solide permettra d'effectuer des comparaisons entre les barrières relevées dans la littérature et celles identifiées par des professionnels du domaine dans le cadre de l'étude Delphi. Il est important cependant de mentionner que cette étude ne s'intéresse pas à des phases d'implantation précises, mais plutôt au processus dans son intégralité.

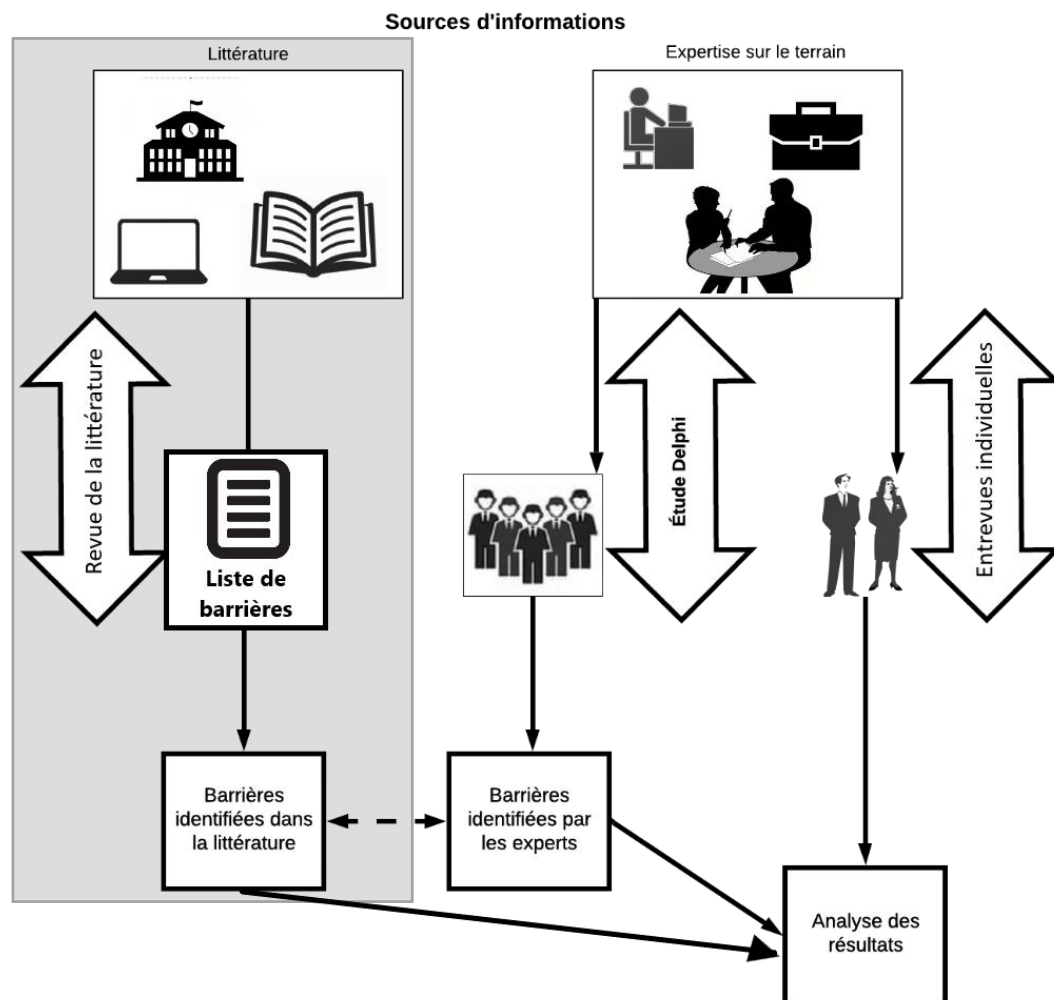


FIGURE 2.1 - CADRE OPÉRATIONNEL DE L'ÉTUDE

La stratégie employée pour la recension des écrits vise à répondre à l'objectif principal de la revue de la littérature, c'est-à-dire être en mesure d'identifier des barrières à l'implantation de l'IA dans les organisations. Pour ce faire, plusieurs articles académiques et professionnels ont été identifiés à l'aide de différentes bases de données. En ce qui concerne la littérature académique, les banques de données suivantes ont été principalement utilisées : *ABI/INFORM*, *Business Source Complete*, *IEEE Xplore*, *Emerald Insight* et *Web of Science*. Également, certains articles furent relevés à l'aide du moteur de recherche *Google Scholar*. Pour ce qui est de la littérature professionnelle, les articles proviennent majoritairement des banques de données *Gartner* et *Forrester*. Finalement, en utilisant la méthode « *backward search* », les références des articles identifiées ont permis de compléter la recherche documentaire (Webster et Watson, 2002).

La recherche de références bibliographiques s'est déroulée en deux phases distinctes correspondant aux deux grands domaines de littérature approfondis dans le cadre de cette étude. La première phase de recherche porte sur les barrières à l'implantation dans le domaine des TI. Plusieurs mots-clés comme « *implementation* », « *obstacle* », « *barrier* » et « *technology* » ont été employés. À noter que de multiples combinaisons ont été utilisées afin d'identifier un maximum d'articles pertinents basés sur la stratégie de recherche présentée au tableau 2.1. Pour ce domaine, seuls les sources académiques ont été conservées.

TABLEAU 2.1 - STRATÉGIE DE RECHERCHE POUR LES BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE PROJET TI

Concept	Mots-clés	Base de données	Critères d'inclusion
Barrières à l'implantation des projets TI	« <i>implementation</i> » « <i>obstacle</i> » « <i>barrier</i> » « <i>Technology</i> » « <i>Cloud</i> » « <i>ERP</i> » « <i>CRM</i> »	« <i>ABI/INFORM</i> », « <i>Business Source Complete</i> », « <i>Web of Science</i> », « <i>IEEE Xplore</i> », « <i>Emerald Insight</i> », « <i>Gartner</i> » et « <i>Forrester</i> »	Inclusion : ▪ Articles revus par les pairs ▪ Articles datant entre 2000 et 2020 ▪ Portant principalement sur les barrières à l'implantation des TI

La deuxième phase de la recherche se consacre à l'IA et ses applications dans les organisations. Le tableau 2.2 représente la stratégie de recherche employée pour ce domaine de littérature. Afin de filtrer au maximum les articles plus techniques, le plan de concept ci-dessous (voir tableau 2.3) présente les mots-clés et les combinaisons qui ont été exploités afin d'identifier les articles portant sur les applications de cette technologie. Cependant, certains articles techniques ont été conservés afin de bien saisir l'essence de l'IA. Les critères d'inclusion comprenaient les articles publiés avant 2005, à l'exception de quelques références historiques, les articles dont le sujet portait principalement sur l'IA ainsi que les applications de cette technologie. Étant donné la faible maturité du domaine de l'IA dans la littérature académique, la littérature professionnelle a été incluse.

TABLEAU 2.2 - STRATÉGIE DE RECHERCHE POUR LA LITTÉRATURE PORTANT SUR L'IA

Concept	Mots-clés	Base de données	Critères d'inclusion
Intelligence artificielle	<i>Voir tableau 2.3 pour le plan de concept</i>	« <i>ABI/INFORM</i> », « <i>Business Source Complete</i> », « <i>Web of Science</i> », « <i>IEEE Xplore</i> », « <i>Gartner</i> » et « <i>Forrester</i> »	Inclusion : ▪ Articles datant entre 2005 et 2020 ▪ Portant principalement sur des applications de l'IA et des barrières à l'implantation

TABLEAU 2.3 - PLAN DE CONCEPT SUR LE THÈME DE L'IA

Artificial intelligence	Application	Organization
Deep Learning	Use	Enterprise
Machine Learning	Usage	Firm
Neural Network	Implement	Corporation
		Barrier
		Obstacle

Après la recherche initiale, le processus d'exclusion comprenait deux rondes, soit l'analyse des titres et résumés, suivi d'une lecture complète pour ceux restants. Les textes qui ne respectaient pas les critères d'inclusion présentés dans les tableaux 2.1 et 2.2 étaient exclus, à l'exception de certains textes phares dans les deux différents courants de littérature. Au total, 106 sources ont été retenues suite à ce processus. Pour la rédaction de cette revue de la littérature, 77 sources ont été directement utilisées. Plus précisément, 45 sont liées au thème de l'IA et 32 concerne le thème de l'implantation des TI. La principale raison derrière cette utilisation est que certains textes font brièvement référence aux mêmes textes et que l'utilisation des originaux a été privilégiée puisque les contenus étaient largement plus développés.

Un processus de lecture complète des articles retenus a été réalisé afin de procéder à l'analyse. Les textes, à l'exception de ceux portant sur les points techniques de l'IA, ont été considérés de sorte à identifier des similitudes entre chacun pour chaque type de littérature. Pour la littérature portant sur les barrières à l'implantation des TI, l'analyse visait à repérer des barrières communes pour les différents scénarios d'implantation développés. Chaque exemple d'implantation a été analysé individuellement, pour ensuite être comparé aux autres. Pour la partie sur l'IA, la littérature a été attentivement scrutée afin d'y discerner des barrières à l'implantation et de les rapprocher avec les barrières à l'implantation des TI.

2.3 - BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DES TI

Lorsque l'on parle de barrières à l'implantation des TI dans les organisations, les auteurs font également référence à d'autres synonymes tels que : « issues », « inhibitors », « problems », « factors », « challenges », « difficulties » et « obstacles » (Munkvold, 1996; Samnan, Uppal et Gulliver, 2018). La définition proposée par Merriam-Webster peut être traduite comme « une loi, une règle, un problème, etc., qui rend quelque chose difficile ou impossible »². Les barrières sont également définies comme étant les lois, les objets, les idées, les pratiques, les structures, les gens et les systèmes qui préviennent, empêchent ou découragent l'avancement technologique (Prince, 2006). Les barrières interfèrent en quelque sorte entre l'implantation d'une technologie et le succès du projet. Pour la réalisation de cette étude, on entend par implantation le processus dans son intégralité, c'est-à-dire allant de l'initiation du projet jusqu'au déploiement complet de la solution.

Les bénéfices accompagnant les technologies ne peuvent être réalisés uniquement si elles sont bien implantées et utilisées (Swanson, 1988). Pour y arriver, le processus d'implantation de TI peut faire face à plusieurs barrières en cours de route. Tel que l'exprime Munkvold (1996) : « Several factors were identified as barriers to the implementation process: technological incompatibility, lack of resources for follow-up, lack off management support, lack of champions, key person dependencies, lack of routines, and entry costs ». Cette citation montre que les barrières surviennent en fonction de plusieurs facteurs différents et indépendants. Considérant la présence de différences dans l'implantation de diverses technologies et secteurs, il est pertinent de se questionner sur la manifestation de ces barrières en fonction de chaque situation. Par exemple, les PME se buteront à des barrières auxquelles les plus grandes entreprises ne feront pas nécessairement face (Levy, Powell et Worrall, 2005). Malgré ces différences, plusieurs barrières demeurent communes à la plupart

² Merriam-Webster. (n.d.). Barrier. *Merriam-Webster.com dictionary*. Récupéré le 20 février 2020 de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/barrier>

des projets en TI (Garg, Shukla et Kendall, 2015). Pour maximiser les chances de réussite d'un projet, l'identification des barrières potentielles est vitale (Okumus *et al.*, 2017). Les objectifs derrière l'identification des barrières sont, dans un premier temps, d'être en mesure de mieux se préparer à les surmonter et, ultimement, réussir le projet d'implantation. Afin de représenter ces divers scénarios, les prochaines sous-sections porteront sur les barrières communes à l'implantation des TI, ainsi qu'une revue de certains scénarios d'implantation de TI.

2.3.1 - BARRIÈRES COMMUNES À L'IMPLANTATION DES TI

Lors de l'implantation des TI, il existe un bon nombre de barrières potentielles à surmonter. Parmi celles-ci, plusieurs sont communes à la majorité des implantations. Le tableau 2.4 représente une synthèse des barrières à l'implantation des TI communes selon Garg, Shukla et Kendall (2015) et Bilgihan *et al.* (2011) ainsi que les références originales. Les barrières identifiées dans le tableau 2.4 ont été relevées dans le cadre d'une revue de la littérature, ainsi qu'à l'aide d'entrevues réalisées par les auteurs de l'article. Dans le cadre de ce mémoire, ces barrières seront utilisées comme référence pour deux raisons. Premièrement, elles proviennent toutes de la littérature académique. Deuxièmement, elles sont toutes appuyées par plusieurs publications académiques comme le démontre le tableau 2.4. Nous y ferons référence comme barrières communes ou générales à l'implantation des TI.

TABLEAU 2.4 - BARRIÈRES COMMUNES À L'IMPLANTATION DES TI

Barrières	Fletcher et Wright (1994)	Munkevald (1996)	Huda et Hussin (2010)	Ebrahim et Iranli(2005)	Biglihan et al. (2011)	Beaumaster (2002)	Twinomugisha (2003)	Edington et Shin (2006)	Bingimlas (2009)	Sabaliauskas et Pukelis (2004)	Zhang (2009)	Bhattacharya (2008)	Searson et al. (2011)	Yusuf (2007)
Coût élevé des implantations TI	X	X	X	X	X									
Formation inadéquate		X	X	X	X	X			X					
Manque d' engagement de la direction (absence d' intégration des TI dans la stratégie organisationnelle, manque d' alignement entre les objectifs d' affaires et les TI, Dépenses limitées, problème de budgétisation)	X	X	X	X		X		X	X	X		X	X	
Faible culture organisationnelle (engagement dans les pratiques courantes, manque de communication et de coordination, facteurs politiques, changements organisationnels)	X		X	X	X	X		X	X					
Structure organisationnelle inappropriée	X		X		X									

Barrières (suite)	Fletcher et Wright (1994)	Munkvold (1996)	Huda et Hussin (2010)	Ebrahim et Iran (2005)	Bilgihan et al. (2011)	Beaumaster (2002)	Twinomugisha (2003)	Edgington et Shin (2006)	Birginias (2009)	Sabalaukas et Pukelis (2004)	Zhang (2009)	Bhattacharya (2008)	Searson et al. (2011)	Yusuf (2007)
Préoccupations concernant la sécurité et confidentialité				X	X									
Manque d' expertise technique (manque d' employé formé avec les compétences requises, compétence et confiance pour implanter les bonnes technologies)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Incapacité à percevoir les bénéfices à court et long terme des TI (manque de sensibilisation et de connaissance face au TI, anticipation de moins de ROI sur les dépenses TI, manque de leadership TI, politiques TI insuffisantes)	X		X		X				X		X		X	
Manque d' engagement de l' utilisateur final			X											
Problèmes reliés au vendeur (sélection du produit TI parmi les nombreux vendeurs, contrats, maintenance, mise à niveau)			X			X								

Barrières (suite)	Fletcher et Wright (1994)	Munkvold (1996)	Huda et Hussin (2010)	Ebrahim et Iranil(2005)	Blighan et al. (2011)	Beaumaster (2002)	Twinomugisha (2003)	Edlington et Shin (2006)	Bingimlas (2009)	Sabalaukas et Pukelis (2004)	Zhang (2009)	Bhattacharya (2008)	Searson et al. (2011)	Yusuf (2007)
Attitude défavorable (réticence à adopter de nouvelles technologies, menace perçue de la technologie, résistance au changement, sentiment de manquer de temps)	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X		X
Complexité de l' implantation (intégration des systèmes, mauvaise interopérabilité entre les applications, incompatibilité avec le système existant)	X	X	X	X	X			X				X		X
Évolution rapide des innovations technologiques					X		X				X			
Faible niveau des infrastructures TI (faible bande passante, technologie et systèmes inadéquats, mauvaise structure de télécommunication, manque d' ordinateur, ressources insuffisantes)	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			

Source : Adapté de Garg, Shukla et Kendall (2015)

Bien que ces barrières ne soient pas priorisées par les auteurs, certaines se démarquent en fonction du nombre d'études qui les ont identifiées. C'est le cas du manque d'engagement de la direction, du manque d'expertise technique, de l'attitude défavorable et du faible niveau des infrastructures TI.

Dans la littérature académique antérieure en TI, le cadre conceptuel TOE (Technology-Organization-Environment) a été abondamment utilisé pour déterminer les facteurs contextuels influençant l'adoption et l'implantation d'innovation technologique (Poba-Nzaou et Raymond, 2011). Proposé par Tornatzky et Fleischer, le TOE suggère que ces facteurs se regroupent au sein de trois dimensions, soit le contexte technologique, le contexte organisationnel et le contexte environnemental (Chau et Tam, 1997). Le contexte technologique fait référence à l'ensemble des technologies, autant celles déjà en application que celles disponibles sur le marché, qui sont pertinentes pour l'organisation (Baker, 2012). Le contexte organisationnel décrit les caractéristiques de l'organisation, telles que sa taille, ses ressources, la complexité de son cadre de gestion, etc. (Chau et Tam, 1997) Le contexte environnemental inclut le domaine ainsi que l'industrie dans lesquels évolue l'organisation (Poba-Nzaou *et al.*, 2016). L'IA peut être considérée comme une innovation en raison de sa forte progression, de sa nature et des nouvelles possibilités qui l'accompagnent. C'est pourquoi on considère que les facteurs présentés ci-dessus peuvent impacter négativement son implantation. Pour mieux comprendre les barrières communes à l'implantation des TI, le cadre TOE a été employé pour les classer parmi ses trois dimensions comme l'ont fait Poba-Nzaou *et al.* (2016) (voir tableau 2.5). À noter que ces barrières ont été catégorisées par l'auteur de ce mémoire en fonction des définitions et par déduction. Il est intéressant de constater qu'aucune barrière n'est associée au contexte environnemental. Afin d'adopter avec succès une technologie dite complexe, les organisations doivent être en mesure d'abaisser et briser ces barrières (Attewell, 1992; Trudel et Paré, 2004).

TABLEAU 2.5 - CATÉGORISATION DES BARRIÈRES COMMUNES

Dimensions TOE	Barrières
Contexte technologique	<i>Évolution rapide des innovations technologiques</i> <i>Faible niveau des infrastructures TI</i> <i>Problèmes liés au vendeur</i> <i>Coût élevé des implantations TI</i> <i>Complexité de l'implantation</i> <i>Manque d'expertise technique</i> <i>Sécurité et confidentialité</i>
Contexte organisationnel	<i>Faible culture organisationnelle</i> <i>Structure organisationnelle inappropriée</i> <i>Formation inadéquate</i> <i>Attitude défavorable</i> <i>Manque d'engagement de l'utilisateur final</i> <i>Incapacité à percevoir les bénéfices des TI</i> <i>Manque d'engagement de la direction</i>
Contexte environnemental	

Source : Adapté de Poba-Nzaou *et al.* (2016)

Selon Stewart, Mohamed et Marosszeky (2004), les barrières à l'implantation d'une technologie peuvent survenir au niveau de l'industrie, de l'organisation et du projet. Cette approche se distingue parce qu'elle fait référence à un projet d'implantation, contrairement au cadre précédant qui se positionnait au niveau de la technologie. Étant donné que l'implantation d'innovation se fait souvent sous forme de projet, il est intéressant d'utiliser ce cadre. Il permet aussi de constater qu'une barrière qui se situe au niveau de l'industrie peut avoir le même impact sur un projet qu'une barrière au niveau du projet lui-même (Stewart, Mohamed et Marosszeky, 2004). Encore une fois, l'exercice de catégorisation a été répété dans le but d'identifier à quel niveau se manifestent les 14 barrières communes à l'implantation des TI identifiées par Garg, Shukla et Kendall (2015). Au niveau de l'industrie, on y retrouve l'avancement technologique rapide, ainsi que les coûts élevés généralement associés aux implantations de TI. Au niveau de l'organisation, outre les barrières concernant la culture et la structure organisationnelle, il y a également l'infrastructure TI actuelle

de l'entreprise qui n'est pas en mesure d'accueillir de nouvelles applications ou technologies. Le phénomène de résistance au changement, qui est inclus dans la barrière portant sur l'attitude défavorable, peut se manifester au niveau de l'organisation, mais aussi au niveau du projet.

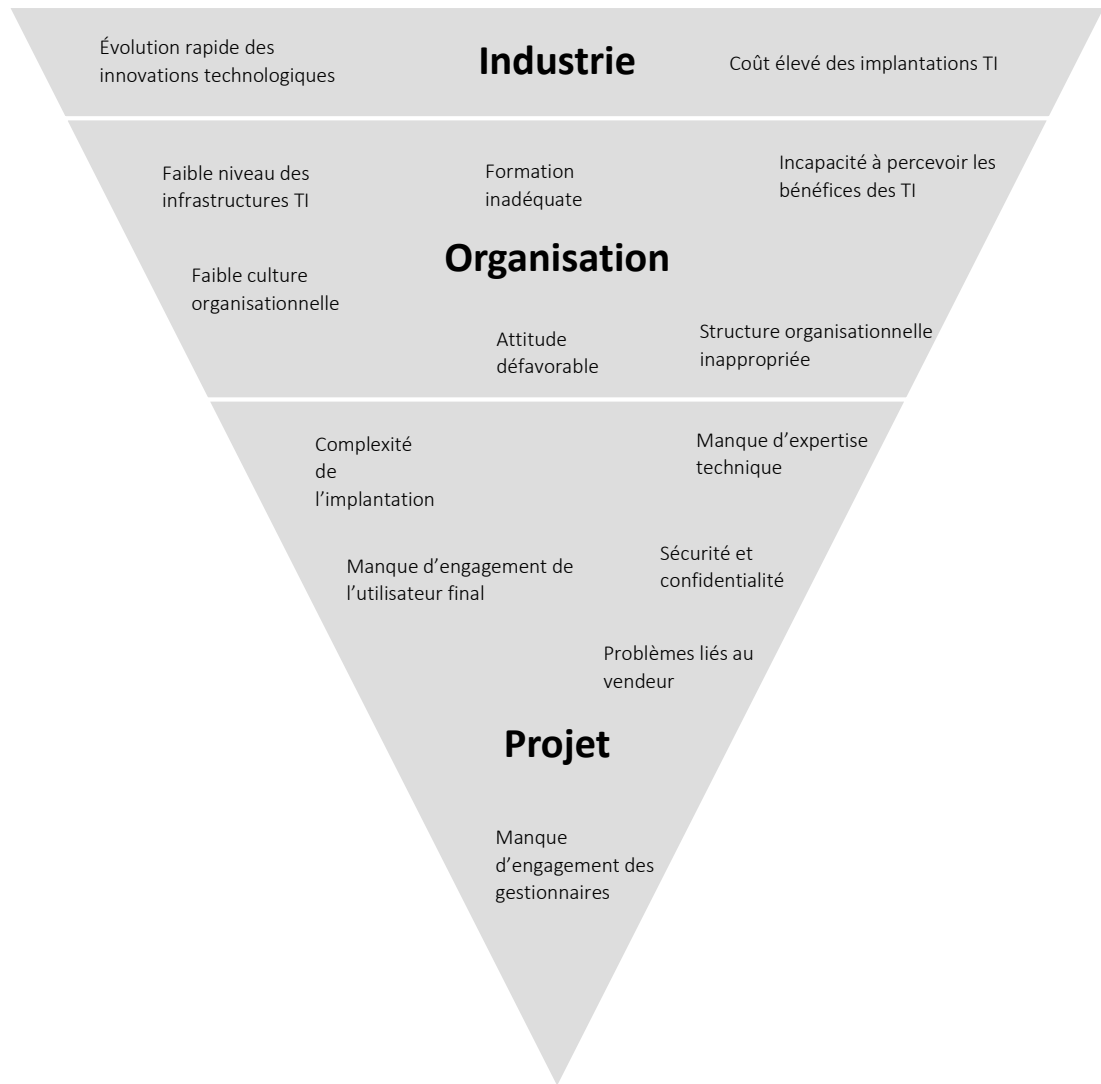


FIGURE 2.2 - POSITIONNEMENT DES BARRIÈRES COMMUNES À L'IMPLANTATION

Source : Adaptée de Stewart, Mohamed et Marosszeky (2004)

La présente section a permis d'identifier et catégoriser des barrières communes à l'implantation des TI selon le cadre TOE et l'approche de Stewart, Mohamed et Marosszeky (2004). Dans le cadre de l'implantation d'IA, on peut supposer qu'il est

fort possible que certaines des barrières communes de Garg, Shukla et Kendall (2015) soient également présentes. Le tableau 2.6 présente un récapitulatif de cette section.

TABLEAU 2.6 - TABLEAU RÉCAPITULATIF DE LA SECTION 2.3.1

	Contexte technologique	Contexte organisationnel	Contexte environnemental
<u>Niveau de l'industrie</u>			
Coût élevé des implantations TI	X		
Évolution rapide des innovations technologiques	X		
<u>Niveau de l'organisation</u>			
<i>Attitude défavorable</i>		X	
<i>Faible culture organisationnelle</i>		X	
<i>Faible niveau des infrastructures TI</i>	X		
<i>Formation inadéquate</i>		X	
<i>Incapacité à percevoir les bénéfices des TI</i>		X	
<i>Structure organisationnelle inappropriée</i>		X	
<u>Niveau du projet</u>			
<i>Complexité de l'implantation</i>	X		
<i>Manque d'engagement de l'utilisateur final</i>		X	
<i>Manque d'engagement des gestionnaires</i>		X	
<i>Manque d'expertise technique</i>	X		
<i>Problèmes liés au vendeur</i>	X		
<i>Sécurité et confidentialité</i>	X		

2.3.2 - REVUE DE DIFFÉRENTS TYPES D'IMPLANTATION

Les barrières à l'implantation des TI peuvent varier en fonction de chaque situation. Certaines variables, telles que le secteur dans lequel évolue l'organisation et la technologie à implanter, ont une influence sur les barrières potentielles à surmonter. L'objectif de cette section est de mieux saisir l'impact qu'a le contexte d'implantation sur les barrières qu'il faudra surmonter pour la réussir. Afin d'illustrer ces propos, cette section se penchera sur différents types d'implantation. Dans un premier temps, un recensement des barrières à l'implantation des TI pour différents secteurs sera présenté. Ensuite, différentes technologies notables dans le domaine des TI, tel que les progiciels de gestion intégrés (PGI), les progiciels de gestion de la relation client (GRC) et l'infonuagique, seront passées en revue. Cette section permettra de mettre en parallèle les barrières à l'implantation de ces technologies et d'identifier des similitudes. Puisque ces technologies proviennent de différentes décennies, il sera intéressant de repérer s'il y a des barrières qui persistent dans le temps et qui risquent d'être encore d'actualité dans un projet d'implantation d'IA.

2.3.2.1 BARRIÈRES À L'IMPLANTATION SELON LE SECTEUR D'ACTIVITÉ

Puisque chaque secteur d'activité possède ses spécificités, il est normal que cette variable ait un impact sur les barrières potentielles à surmonter dans le cadre de l'implantation des TI. Cette section vise à argumenter cette allégation. Okumus *et al.* (2017) présentent une liste de barrières (voir tableau 2.7) provenant de la littérature. La liste est adressée en fonction de différents cadres, comme des secteurs, des industries et des contextes. Suite à ces exemples, on constate rapidement que certaines barrières sont spécifiques à certains domaines présentés. Cependant, on remarque également que d'autres, comme le coût d'implantation par exemple, sont communes à plusieurs situations (Bilgihan *et al.*, 2011; Levy, Powell et Worrall, 2005; Okumus *et al.*, 2017). Malgré le fait que ce mémoire s'intéresse davantage à une technologie, les professionnels dans le domaine de l'IA œuvrent parmi ces industries.

Certaines barrières relevées pourraient donc être spécifiques à certains contextes, industries ou à certaines zones géographiques par exemple.

TABEAU 2.7 - BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DES TI DE DIFFÉRENTS SECTEURS

Cadres	Barrières
Innovation de produits	▪ Ignorance ▪ Manque de compétences ▪ Processus erroné ou mal appliqué ▪ Trop de confiance ▪ Manque de discipline ▪ Manque de temps et travail bâclé ▪ Trop de projets et pas assez de sources
Secteur public (Gouvernement électronique)	▪ Infrastructure TI ▪ Sécurité et confidentialité ▪ Compétences TI ▪ Coût opérationnel et organisationnel
Monde virtuel	▪ Problèmes technologiques ▪ Difficultés potentielles de l'utilisateur ▪ Problèmes institutionnels ▪ Perceptions personnelles
Commerce électronique dans le secteur du voyage	▪ Coût d'implantation ▪ Manque d'employé formé ▪ Problèmes techniques ▪ Manque de connaissance ▪ Participation des partenaires ▪ Sécurité
Industrie de la santé	▪ Contraintes de temps et contraintes financières ▪ ROI non prouvé ▪ Accès au TI insuffisant ou inexistant ▪ Accessibilité (abordable) ▪ Logiciel TI n'est pas développer pour cet usage ▪ Manque de compétence informatique ▪ Préoccupation sur la confidentialité ▪ Recherche insuffisante ▪ Connaissance insuffisante ▪ Crainte face au changement ▪ Opposition philosophique au TI
Éducation (apprentissage à distance)	▪ Structure administrative ▪ Changement organisationnel ▪ Expertise technique ▪ Interaction sociale et/ou interaction de qualité ▪ Rémunération du corps professoral ▪ Menaces de la technologie ▪ Problèmes légaux ▪ Évaluation/efficacité ▪ Accessibilité

	▪ Support des services
Fournisseur de service web	▪ Complexité ▪ Compatibilité ▪ Coût ▪ Barrières de connaissance reliées à la technologie ▪ Barrières de connaissance reliées à la gestion de projet ▪ Barrières de connaissance reliées à l'application de la technologie
Industrie de la santé	▪ Exigences de formation et débit de traitement ▪ La technologie elle-même ▪ Le rôle des vendeurs ▪ Problèmes de communication ▪ Changement des rôles ▪ Perceptions négatives par rapport à la technologie
Tourisme	▪ Matériel informatique ▪ Logiciel ▪ Télécommunication ▪ Infrastructure ▪ Difficulté d'usage
Innovation radicale	▪ Résistance des clients ▪ Manque de support du gouvernement ▪ Manque de finance externe ▪ Rivalité ▪ Réseau sous-développé ▪ Turbulence technologique ▪ Culture locale inappropriée ▪ Mentalité restrictive ▪ Manque de compétences ▪ Manque de support de structure organisationnelle
Industrie de la construction	▪ Les contraintes de temps limitent la formation et l'expérimentation avec les TI ▪ Dépenses TI limitées sur les projets ▪ Manque de leadership TI sur les projets ▪ Faible connaissance technologique sur certains projets ▪ Participants ▪ Problèmes de sécurité et confidentialité ▪ Peur du changement ▪ Faible interopérabilité entre les applications/organisations ▪ Coût élevé associé aux applications TI ▪ Faible niveau de conscience et d'exposition aux TI ▪ Manque de ROI perçu ▪ Manque de planification stratégique dans l'organisation

	▪ Réticence des gestionnaires à investir dans les innovations au niveau de la compagnie ▪ Résistance au changement des employés
Services de santé	▪ Différences insurmontables dans les exigences des parties prenantes ▪ Bas statut de l'équipe de projet ▪ Faible compréhension des problèmes de gestion des processus ▪ Politiques organisationnelles

Source : Adapté de Okumus *et al.* (2017)

2.3.2.2 BARRIÈRES À L'IMPLANTATION SELON LA TECHNOLOGIE

Au fil des années, certaines innovations technologiques ont marqué le domaine des TI. Parmi celles-ci, on retrouve les progiciels de gestion intégrés (PGI), les progiciels de gestion de la relation client (GRC) et l'infonuagique. Bien que deux soient des systèmes et l'autre une méthode de livraison, on les considère comme des technologies à haut niveau. L'IA possède le potentiel pour rejoindre ce groupe de technologies ayant marqué le domaine. C'est pourquoi cette section présentera les barrières à l'implantation de ces technologies et tentera d'identifier des tendances qui pourraient se reproduire lors de l'implantation de l'IA. Certaines raisons expliquent le choix de ces technologies parmi tant d'autres. Premièrement, elles ont toutes été popularisées à différentes époques. Cela permettra de suivre l'évolution des barrières dans le temps. Deuxièmement, de par leur forte popularité, elles sont largement étudiées et représentées dans la littérature académique.

Plusieurs chercheurs s'entendent pour dire que les PGI font partie des logiciels d'entreprise les plus populaires (Kamhawi Emad, 2008). Prenant racine au cours des années 1960, les PGI sont des logiciels qui intègrent tous les fonctions d'affaires d'une organisation au sein d'un même système (Kamhawi Emad, 2008; Khaparde, 2012). Fui-Hoon Nah, Lee-Shang Lau et Kuang (2001 : 1) définissent les PGI comme un « packaged business software system that enables a company to manage the efficient and effective use of resources (materials, human resources, finance, etc.) by providing a total, integrated solution for the organization's information-processing needs ». Malgré les nombreux bénéfices que procurent ces systèmes, les projets

d'implantation ne demeurent toutefois pas moins difficiles (Fui-Hoon Nah, Lee-Shang Lau et Kuang, 2001). En effet, les PGI font aussi face à certaines barrières lors de leur implantation (Fui-Hoon Nah, Lee-Shang Lau et Kuang, 2001; Khaparde, 2012; Saatçioğlu Ömür, 2009). Le tableau 2.8 représente une liste de barrières à surmonter dans le cadre d'un projet d'implantation de PGI selon l'étude de Saatçioğlu Ömür (2009). Elles ont été classées au sein d'une étude menée auprès de 25 utilisateurs de PGI dans une organisation. Pour se faire, les répondants devaient indiquer la fréquence auquel ils rencontraient chacune des barrières sur une échelle de 1 à 5.

TABLEAU 2.8 - BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE PGI

Rangs	Barrières
1	Difficulté de migrer vers le nouveau système
2	Difficulté à estimer les exigences du projet
3	Résistance des employés
4	Coût d'implantation élevé
5	Procédure de suivi inappropriée
6	Coordination entre les groupes fonctionnels
7	Absence d'ingénierie des procédés
8	Formation inadéquate
9	Manque de personnel qualifié
10	Pauvre fonctionnalité du logiciel
11	Problèmes techniques
12	Soutien continu inadéquat
13	Manque gestion du changement
14	Ressources internes restreintes
15	Consultants incompetents
16	Manque de discipline
17	Direction et vision stratégique ambiguë concernant l'utilisation du PGI
18	Sous-performance de l'équipe de projet
19	Roulement des personnes clés dans le projet
20	Manque d'engagement de la haute direction

Source : Adapté de Saatçioğlu Ömür (2009)

Tout comme les PGI, les progiciels de GRC (*CRM* en anglais) sont des outils marketing qui jouissent d'une grande popularité dans les organisations. Ces systèmes d'information recueillent l'ensemble des interactions entre les clients et l'organisation, telles que les ventes, les registres de services, les problèmes non résolus (Nguyen ThuyUyen, Sherif Joseph et Newby, 2007). Cette technologie sert à mieux cerner les besoins de ses consommateurs et ainsi les attirer et les conserver afin d'en dégager un avantage compétitif (Elmuti, Jia et Gray, 2009). Ces systèmes

s'intègrent fréquemment dans les PGI (Nguyen ThuyUyen, Sherif Joseph et Newby, 2007). L'étude de Elmuti, Jia et Gray (2009), qui se base sur les réponses de 160 firmes à un questionnaire, présente les barrières à l'implantation des progiciels GRC (voir tableau 2.9). Les barrières sont classées selon leur niveau d'importance. Les répondants devaient indiquer si les barrières étaient importantes en répondant par oui ou non.

TABLEAU 2.9 - BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE GRC

Rangs	Barrières
1	Manque de compétence (leadership et gestion de projet)
2	Manque de conscientisation de la haute direction
3	Impact économique et sur les infrastructures de marché
4	Complexité
5	Manque d'engagement des employés
6	Mauvaise qualité des données
7	Manque de support de la haute direction
8	Absences de système de mesure
9	Manque de vision de la direction (comprendre les avantages d'un GRC)
10	Investissement inadéquat
11	Difficulté à externaliser les recours
12	Peur du changement

Source : Adapté de Elmuti, Jia et Gray (2009)

Finalement, la dernière technologie qui sera développée est l'infonuagique, communément appelée *cloud*. Cette technologie permet d'avoir accès à des ressources informatiques et des services comme des logiciels, des données, du stockage et du pouvoir de calcul sur une infrastructure externe à l'entreprise (Gai et Li, 2012; Raut *et al.*, 2018). Des progiciels GRC, tout comme des PGI peuvent fonctionner sur ces infrastructures externes (Kiadehi et Mohammadi, 2012; Nguyen ThuyUyen, Sherif Joseph et Newby, 2007). Un système d'IA peut également exploiter un service infonuagique afin d'avoir accès à des données, de la puissance de calcul et

même fonctionner sur des serveurs externes. Étant donné la relation entre ces technologies, il est pertinent de se demander si les barrières que rencontre l'infonuagique, lors d'une implantation, s'apparentent à celles des PGI, des GRC et de l'IA. Suite à la réalisation d'une revue de la littérature, Raut *et al.* (2018) proposent une liste de 14 barrières potentielles à l'implantation de la technologie infonuagique (voir tableau 2.10)

TABLEAU 2.10 - BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE L'INFONUAGIQUE

Barrières
Insuffisance de sécurité et d'intimité
Manque de partage et de collaboration
Manque de support de la haute direction
Manque de source d'approvisionnement en TI
Absence de compatibilité
Manque de financement
Infrastructure TI insuffisante
Absence de confidentialité
Manque d'intégrité
Absence de soutien opérationnel et technique
Faible maturité de la technologie
Manque de normes TI
Réseau de distribution insuffisant
Absence de partenariat

Source : Adapté de Raut *et al.* (2018)

Le tableau 2.11 présente une synthèse des barrières identifiées précédemment pour l'implantation de PGI, de progiciels GRC et l'infonuagique. En utilisant les définitions fournies par Garg, Shukla et Kendall (2015), plusieurs de ces barrières ont été regroupées. Le manque d'engagement de la direction et la faible culture organisationnelle ont été relevés dans l'implantation des trois technologies. En ce qui concerne le côté monétaire des implantations, le coût élevé d'implantation est

seulement mentionné dans l'implantation des PGI. Cependant, pour les deux autres technologies, c'est plutôt le financement qui est abordé. Quoiqu'étroitement reliées, les problématiques de financement s'insèrent dans le manque d'engagement de la haute direction selon les définitions de Garg, Shukla et Kendall (2015). Certaines barrières communes ne sont pas ressorties dans ces implantations, soit la structure organisationnelle, le manque d'engagement de l'utilisateur final et l'évolution rapide des innovations technologiques.

TABEAU 2.11 - SYNTHÈSE DES BARRIÈRES À L'IMPLANTATION PAR TECHNOLOGIE

Barrières	PGI	GRC	Cloud
<i>Barrières communes de Garg, Shukla et Kendall (2015)</i>			
Attitude défavorable (réticence à adopter de nouvelles technologies, menace perçue de la technologie, résistance au changement, sentiment de manquer de temps)	X	X	
Complexité de l'implantation (intégration des systèmes, mauvaise interopérabilité entre les applications, incompatibilité avec le système existant)		X	X
Coût élevé des implantations TI	X		
Faible culture organisationnelle (engagement dans les pratiques courantes, manque de communication et de coordination, facteurs politiques, changements organisationnels)	X	X	X
Faible niveau des infrastructures TI (faible bande passante, technologie et systèmes inadéquats, mauvaise structure de télécommunication, manque d'ordinateur, ressources insuffisantes)	X		X
Formation inadéquate	X		
Incapacité à percevoir les bénéfices à court et long terme des TI (manque de sensibilisation et de connaissance face au TI, anticipation de moins de ROI sur les dépenses TI, manque de leadership TI, politiques TI insuffisantes)		X	X

Manque d'engagement de la direction (absence d'intégration des TI dans la stratégie organisationnelle, manque d'alignement entre les objectifs d'affaires et les TI, Dépenses limitées, problème de budgétisation)	X	X	X
Manque d'expertise technique (manque d'employé formé avec les compétences requises, compétence et confiance pour implanter les bonnes technologies)	X	X	
Préoccupations concernant la sécurité et confidentialité			X
Problèmes reliés aux vendeurs (sélection du produit TI parmi les nombreux vendeurs, contrats, maintenance, mise à niveau)	X		X
<i><u>Autres barrières</u></i>			
Faible maturité de la technologie			X
Mauvaise qualité de données		X	
Absence de système de mesure		X	
Problèmes techniques	X		
Absence d'ingénierie des procédés	X		
Vision stratégique ambiguë	X	X	
Sous-performance de l'équipe de projet	X		

Suite à l'analyse des barrières à l'implantation des PGI, des progiciels GRC et de l'infonuagique, on constate que malgré l'évolution dans les domaines de la gestion et des TI, certaines barrières persistent dans le temps. La probabilité qu'elles surviennent dans un projet d'IA n'est donc pas nulle. Considérant que l'IA peut utiliser des services infonuagiques, il est possible qu'il y ait des barrières communes entre elles. On parle ici par exemple des enjeux concernant la sécurité et la confidentialité. La faible maturité de la technologie et les enjeux reliés aux données pourraient être une barrière à l'implantation d'actualité pour l'IA en raison de sa nature. Dans la section suivante, on dressera un portrait général de l'IA dans le but d'identifier les enjeux spécifiques à l'implantation de cette technologie.

2.4 - PORTRAIT DE L'IA

Malgré tout l'engouement derrière le sujet, la littérature scientifique abordant l'IA sous l'angle de la gestion et des TI est très peu développée, contrairement à d'autres catégories comme les sciences informatiques et l'ingénierie (Niu *et al.*, 2016). Ce type de littérature est considéré comme fragmenté et non organisé (Nascimento *et al.*, 2018). C'est pourquoi, tel que mentionné précédemment, les références proviennent autant de la littérature académique que professionnelle. L'objectif premier de cette revue de littérature est de dresser un portrait représentatif des différents types d'IA, ainsi que d'exposer le potentiel et les impacts de cette technologie. Par la suite, nous passerons en revue certains exemples d'applications de l'IA.

2.4.1 - CONCEPTUALISATION DE L'IA

L'IA est apparue dans les années 1950 où, à l'époque, la seule forme d'intelligence provenait d'organismes vivants (Brunette, Flemmer et Flemmer, 2009; Simon, 1995). Depuis, on la considère maintenant capable de bouleverser et transformer les modèles d'affaires actuels et les mécanismes en place (Loebbecke et Picot, 2015). En 2016, AlphaGo, un programme informatique exploitant l'apprentissage profond, a été en mesure de gagner 4 parties sur 5 contre le 18 fois champion de monde au jeu Go (Amit Gupta, 2018). Les possibilités d'application résultant de l'IA sont nombreuses (Evermann, Rehse et Fettke, 2016; Nascimento *et al.*, 2018). Afin d'être en mesure de les illustrer correctement, commençons par définir ce qu'est l'IA.

L'IA est une branche des sciences informatiques qui vise à comprendre, simuler et prolonger l'intelligence humaine (Niu *et al.*, 2016; Shi et Zheng, 2006). Les systèmes IA sont en mesure de fonctionner sans intervention humaine et peuvent apprendre à identifier des tendances afin de prendre des décisions (Čerka, Grigienė et Sirbikytė, 2017; Sousa *et al.*, 2019). Gupta (2018) décrit l'IA comme la capacité d'une machine à imiter le comportement d'un humain intelligent. L'IA possède différentes branches et sous-branches, comme l'apprentissage machine et le sous-domaine de

l'apprentissage profond (Charlin, 2017; Amit Gupta, 2018). Les algorithmes d'apprentissage machine « [...] apprennent en extrayant des connaissances opérationnelles à partir de données » (Charlin, 2017 : 1), sans l'avoir été spécialement programmé (Charlin, 2017; Amit Gupta, 2018). L'apprentissage machine comprend plusieurs méthodes pour y arriver (Dey, 2016). La figure 2.3 représente les différents types d'apprentissages de l'apprentissage machine. Généralement, les trois types d'apprentissages principaux et les plus utilisés sont l'apprentissage supervisé, non supervisé ou par renforcement (Shi et Zheng, 2006). Pour l'apprentissage supervisé, les données sont divisées en deux groupes, soit les données d'entraînement et les données de test (Dey, 2016). Les données d'entraînement doivent être étiquetées afin de permettre à la machine d'identifier des tendances pour ensuite être capable de les identifier avec les données tests (Shi et Zheng, 2006; Welling, 2011). L'apprentissage non supervisé consiste à l'identification de régularité parmi l'ensemble des données, afin d'être en mesure de les regrouper (Dey, 2016; Shi et Zheng, 2006; Welling, 2011). Pour ce qui est de l'apprentissage par renforcement, le système qui se retrouve devant des situations nouvelles doit prendre des décisions pour obtenir le meilleur résultat possible (Dey, 2016). Le système se base sur la méthode essai-erreur et il recevra de la rétroaction qu'une fois l'entraînement terminé (Shi et Zheng, 2006; Welling, 2011). Les actions futures seront influencées par celles passées (Dey, 2016). Il existe d'autres types d'apprentissages dans le domaine de l'apprentissage machine comme le démontre la figure 2.3.

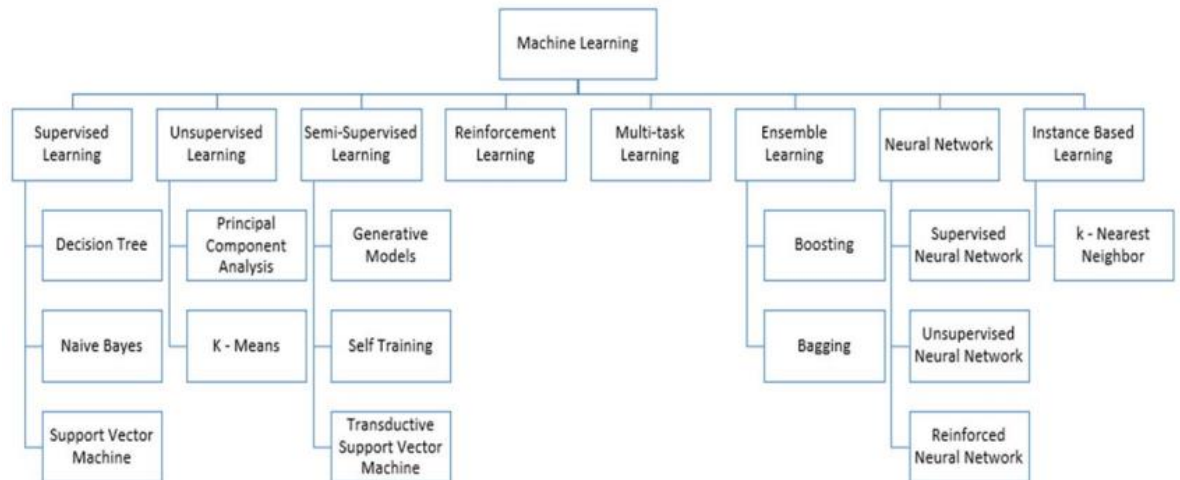


FIGURE 2.3 - TYPES D'APPRENTISSAGE

Source : Tirée Dey (2016)

En se basant sur les réseaux de neurones (artificial neural networks ou ANNs), l'apprentissage profond est en mesure d'apprendre par lui-même. « ANNs are trained to *learn* models and patterns rather than being explicitly told how to solve a problem » (Amit Gupta, 2018 : 23). « L'apprentissage profond est inspiré par la structure du cerveau humain et, comme celui-ci, utilise des réseaux de neurones. Les neurones sont organisés en plusieurs couches qui utilisent toute l'information de la couche précédente, d'où la notion de profondeur » (Charlin, 2017 : 77). La figure 2.4 illustre le domaine de l'IA selon Gupta (2018).

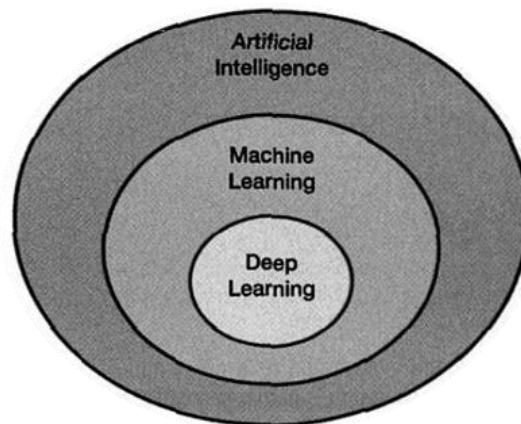


FIGURE 2.4 - ILLUSTRATION DU DOMAINE DE L'IA

Source : Tirée de Amit Gupta (2018)

Afin de mieux comprendre le but derrière cette technologie, Simon (1995) indique que le développement de l'IA vise à atteindre trois objectifs :

- Développer des programmes informatiques capables de démontrer une forme d'intelligence
- Développer des programmes informatiques capables de démontrer une forme d'intelligence en utilisant des processus comme ceux que les humains utilisent pour réaliser la même tâche.
- Développer des programmes intelligents capables de compléter l'intelligence humaine dans l'accomplissement de tâches

Shi and Zheng (2006) considèrent que le but à long terme de l'IA est d'atteindre un niveau d'intelligence semblable à l'humain. Afin de mieux illustrer la manifestation de ces objectifs, les prochaines sections enchaîneront avec un portrait du potentiel de l'IA ainsi que quelques exemples d'applications de celle-ci.

Dans le cadre de cette étude, le terme intelligence artificielle a été utilisé à son sens le plus large, c'est-à-dire l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des systèmes capables de simuler l'intelligence humaine. La notion d'apprentissage ou la prise de décision en se basant sur une multitude de facteurs sont des exemples de simulation de l'intelligence humaine.

2.4.2 - IMPACTS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'intérêt des organisations pour le domaine de l'IA est en plein essor. Selon un sondage en ligne de Forrester incluant 3417 répondants provenant de compagnies qui comptent plus de 100 employés, 53% des gestionnaires en analytique et données confirment avoir implanté, être en processus d'implantation ou avoir accru leur implantation de l'IA (Sridharah *et al.*, 2019). McKinsey estime que l'impact de l'IA sur l'économie entraînera à lui seul une hausse de 16% du PIB d'ici 2030, soit environ 13 trillions de dollars US (Bughin *et al.*, 2018). L'engouement derrière cette croissance s'explique en partie par le potentiel que promet cette technologie. Ransbotham *et al.*

(2017) ont identifié sept raisons pour lesquelles les organisations souhaitent adopter l'IA. La figure 2.5 représente le pourcentage d'accord des répondants pour chacune des raisons d'adopter cette technologie. Selon cette étude, l'implantation de l'IA peut être une opportunité pour acquérir ou conserver un avantage concurrentiel, ainsi que d'être en mesure de développer ses affaires dans de nouveaux marchés. Également, l'implantation de l'IA permet de se positionner face aux menaces éventuelles provenant des anciens et nouveaux concurrents qui utiliseront cette technologie.

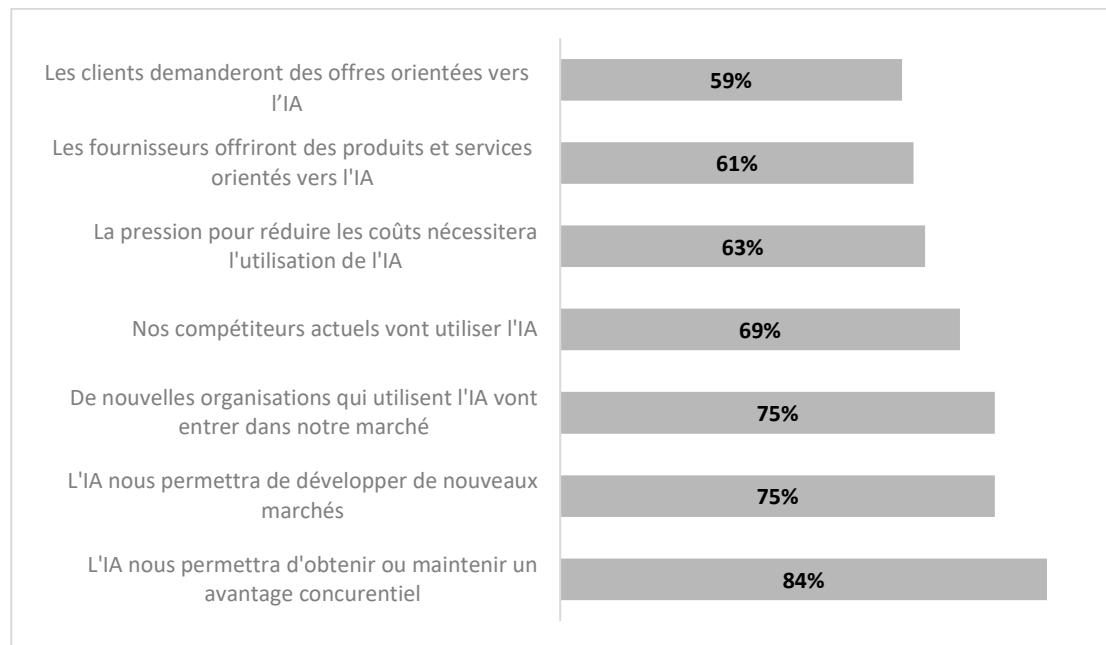


FIGURE 2.5 - RAISONS D'ADOPTER L'IA

Source : Adaptée de Ransbotham *et al.* (2017)

L'IA est susceptible de transformer les organisations d'innombrables façons, et ce, au-delà des avancées technologiques passées (Faraj, Pachidi et Sayegh, 2018). Quant aux emplois comportant des connaissances tacites, l'IA pourrait accomplir plus de 30% des tâches directement (Faraj, Pachidi et Sayegh, 2018; Manyika *et al.*, 2017). Les activités physiques dans un environnement prévisible sont les plus susceptibles d'être automatisées (Manyika *et al.*, 2017). Brynjolfsson, Rock et Syverson (2018) avancent que les systèmes utilisant l'IA ont une performance semblable et même supérieure à des humains. À titre indicatif, le taux d'erreurs humain dans l'étiquetage d'images est

de 5%. Pour ce qui est de l'utilisation de techniques d'IA, le taux d'erreurs est passé de 28% à 2.5% en 8 ans, dans le cadre de la compétition annuelle d'étiquetage d'images (Brynjolfsson, 2018). Avec l'adoption de l'IA, on prévoit une hausse significative des effets sur les offres dans différentes industries sur cinq ans (voir figure 2.6) (Ransbotham *et al.*, 2017). En d'autres termes, l'article s'intéresse à quel niveau l'IA impacte les offres, que ce soit de produits ou de services, actuellement (en 2017) et quels sont les prévisions de ce niveau dans 5 ans. Ces prévisions sont basées sur les réponses provenant de plus de 3000 gestionnaires et analystes évoluant au sein de multiples industries. Les secteurs des technologies, des médias et télécommunications seront les plus touchés selon ces prévisions. En ce qui concerne le secteur public, qui font l'objet d'un examen plus approfondi dans la prochaine section, on prévoit une augmentation de 30% des impacts sur l'offre dans les cinq prochaines années. Globalement, les répercussions importantes sur les offres qu'entraîne l'adoption de l'IA connaîtront une hausse de 49%. L'article de Ransbotham *et al.* (2017) ne permet pas de connaître les pourcentages exacts pour chaque catégorie des tableaux 2.6 et 2.7. Cependant, les représentations visuelles permettent de constater la forte augmentation prévue des répercussions sur une période de 5 ans sur les offres et les processus.

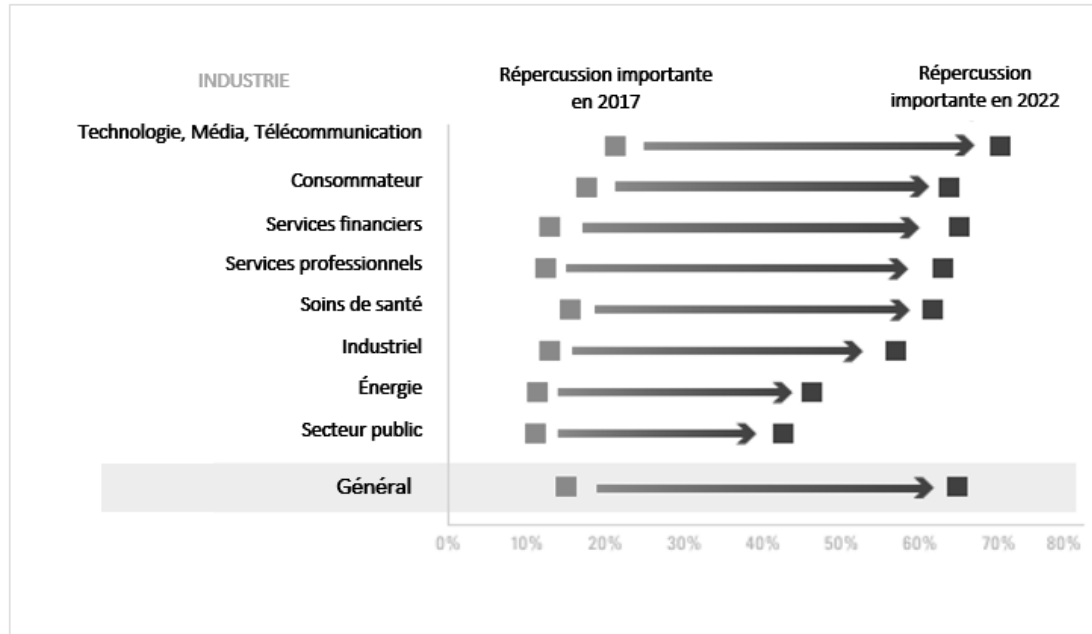


FIGURE 2.6 - PRÉVISION DE L'IMPACT SUR LES OFFRES DANS LES INDUSTRIES

Source : Adaptée de Ransbotham *et al.* (2017)

L'étude de Ransbotham *et al.* (2017) propose aussi une prévision de l'impact de l'adoption de l'IA sur les processus sur une période de cinq ans pour les mêmes industries (voir figure 2.7). Encore une fois, il s'agit de prévisions sur l'état des répercussions de l'IA sur les processus des organisations sur une période de 5 ans. On estime que l'industrie des services financiers connaîtra une forte hausse des répercussions de l'adoption de l'IA sur les processus, plus précisément au niveau du service à la clientèle, des finances et de la comptabilité, ainsi que des TI (Ransbotham *et al.*, 2017). En général, on prévoit une augmentation de 44% des répercussions de l'adoption de l'IA sur les processus.

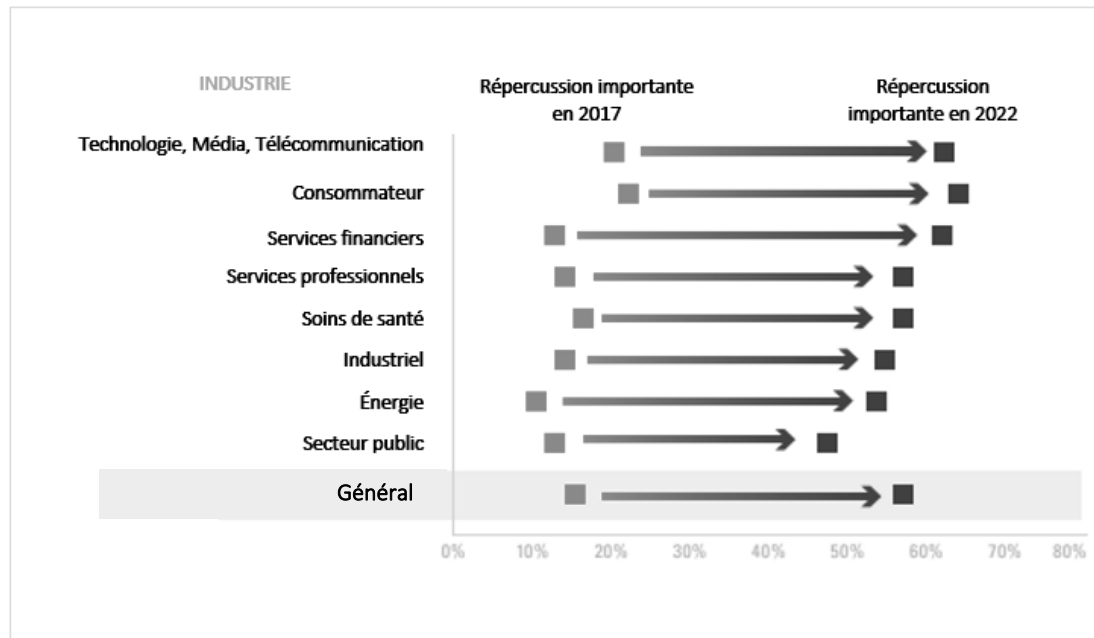


FIGURE 2.7 - PRÉVISION DE L'IMPACT SUR LES PROCESSUS DANS LES INDUSTRIES

Source : Adaptée de Ransbotham *et al.* (2017)

Le potentiel de l'IA et les attentes qui l'accompagnent auront sans doute des impacts sur les activités des organisations. L'IA possède déjà la capacité de surpasser l'humain dans certaines tâches, tel que l'illustrent les exemples précédemment cités. D'ailleurs, la progression, en ce qui a trait à la performance de l'IA, est fulgurante et rien n'indique qu'elle ait atteint son apogée. Bref, l'IA possède un potentiel transformationnel qui aura des impacts autant sur les individus, que sur la productivité et la croissance des organisations à travers le monde (Brynjolfsson, 2018). Afin de bien le saisir, la section suivante passera en revue des exemples d'applications de l'IA.

2.4.3 - APPLICATIONS DE L'IA

L'IA possède le potentiel de révolutionner bon nombre de métiers. Les façons de travailler et la productivité seront grandement impactées par la croissance fulgurante dans le domaine de l'IA (Batra, Queirolo et Santhanam, 2018; Wirtz, Weyerer et Geyer, 2019). Que ce soit dans la détection de la fraude, la pose de diagnostic de

maladie, l'émission de recommandations pour les clients ou même jouer au poker, les techniques d'apprentissage machine ont démontré des performances supérieures à l'humain (Brynjolfsson, 2018). Cette section met en scène des exemples d'utilisation de l'IA dans certains secteurs et domaines d'affaires. Dans un premier temps, nous dresserons un portrait des applications de l'IA dans le secteur public. Bien qu'il représente un secteur parmi tant d'autres, le secteur public est intéressant puisqu'il propose un large éventail d'applications de l'IA. A posteriori, certains exemples d'applications seront présentés.

Le secteur public n'échappe pas à l'engouement provoqué par l'IA. Dans de nombreux pays à travers le globe, les gouvernements procèdent à des investissements stratégiques dans le domaine de l'IA afin de répondre aux besoins du secteur public (Sousa *et al.*, 2019). Visant des objectifs d'efficacité et d'efficience, l'implantation de nouvelles technologies au sein des gouvernements est susceptible de les impacter positivement (Bertot, Estevez et Janowski, 2016; Sousa *et al.*, 2019). L'IA offre un vaste éventail de possibilités en ce qui concerne les applications possibles dans ce secteur. Le tableau 2.12 représente ces applications potentielles à différents paliers du secteur public (Wirtz, Weyerer et Geyer, 2019). Parmi les applications, plusieurs visent la réduction du poids des tâches administratives et l'amélioration de la diffusion des informations. Précisément, les cas d'utilisation touchent principalement les domaines de l'administration gouvernementale, du fonctionnariat, de la sécurité, de la santé, de la police et des transports publics.

TABLEAU 2.12 - APPLICATIONS DE L'IA DANS LE SECTEUR PUBLIC

Applications de l'IA	Cas d'utilisation dans le secteur public
Logiciel de gestion de la connaissance	Documentation clinique alimentée par l'IA
Système d'automatisation de processus	- Traitement plus efficace et rapide des formulaires de demandes d'immigration - Pose de diagnostic à l'aide d'imagerie - Interaction humain-système pour les tâches répétitives. Ex. Entrée de données
Agents virtuels	- Allocation des tâches / Service de RH intelligent - Assistant médical virtuel (Collier et al., 2017) - Chat bot pour faciliter les demandes d'asile
Analyse prédictive et visualisation de données	- Surveillance des lieux publics – Prévention des crimes en identifiant les secteurs d'intérêt et les menaces terroristes - Déterminer les hauts risques de criminalité pour sécuriser les transports publics - Modèle prédictif pour prédire le niveau des eaux
Analyse d'identité	- Reconnaissance faciale pour vérifier et identifier les criminels dans les lieux publics - Détection de la fraude et sécurisation des données du gouvernement
Robotique et système autonome	- Véhicule autonome pour les transports publics - Robot d'assistance pour les chirurgies
Systèmes de recommandation	Service électronique pour les bureaux gouvernementaux afin de fournir des informations personnalisées pour les employés
Assistant numérique intelligent (IDA)	- Connecter le IDA aux programmes fédéraux pour rendre les informations publiques aux clients - IDA pour faciliter la complétion de formulaire à l'aide de la reconnaissance vocale
Analyse de la parole	- Traduction universelle en temps réel de la parole et du texte pour les services publics - Assistant de travail administratif pour transcrire les paroles
Analyse de la sécurité et des menaces	Applications comme Watson pour la cybersécurité pour supporter les analystes en sécurité dans le secteur public

Source : Adapté de Wirtz, Weyerer et Geyer (2019)

Dans le domaine de la santé par exemple l'IA peut, à l'aide de la reconnaissance d'image, identifier des anomalies et poser des diagnostics. Plus concrètement, cette technologie peut s'avérer forte utile pour les dermatologues. Le cancer de la peau constitue le cancer le plus fréquent chez les humains (Greinert, 2009). Le diagnostic d'un cancer de la peau est basé principalement sur des observations visuelles (Esteva *et al.*, 2017). Trois tâches clés sont nécessaires pour la pose de diagnostics, soit la classification des mélanomes, la classification des mélanomes à l'aide de la dermoscopie et la classification des carcinomes. Esteva *et al.* (2017) ont réalisé deux tests dont l'un portait sur des images standards et l'autre sur des images provenant de la dermoscopie. En comparant l'IA à 21 dermatologues, ces derniers ont été en mesure de conclure que l'IA surpasse le dermatologue moyen dans la classification des cancers de la peau en utilisant des images standards et des images provenant de la dermoscopie (Esteva *et al.*, 2017).

L'IA a le potentiel de modifier les façons de faire dans plusieurs autres domaines, comme le démontrent les cas d'utilisation suivants :

- L'IA apporte des bénéfices dans le domaine de l'audit. « AI can speed up an auditor's work by analyzing copious documents and expansive financial statements » (Bizarro et Dorian, 2017 : 23). L'automatisation de certaines tâches comme la réconciliation des comptes, l'évaluation des transactions et l'agrégation des données permet d'allouer les ressources sur des tâches prioritaires et, par le faire même, obtenir un gain en efficience (Bizarro et Dorian, 2017).
- L'utilisation de l'IA permet de diminuer l'erreur humaine dans le traitement des dossiers ainsi que le temps de traitement. Cela permettra donc aux employés de se pencher sur des tâches plus prioritaires ou qui ajoutent une plus grande valeur (Bizarro et Dorian, 2017; Meskovic *et al.*, 2018).
- L'IA offre également des possibilités intéressantes dans le secteur de la finance (Bahrammirzaee, 2010). Certaines applications encore en

développement permettent la prévision de futures détresses financières et faillites des entreprises (Bahrammirzaee, 2010; Sartori, Mazzucchelli et Gregorio, 2016; Tsai, 2014). À l'aide d'un modèle prédictif, le système est en mesure d'identifier si une entreprise devient inactive, en défaut ou procède à des liquidations (Bahrammirzaee, 2010; Sartori, Mazzucchelli et Gregorio, 2016). L'IA peut aussi être utilisée afin de prévoir la performance future des compagnies en se basant sur ses états financiers, ainsi que sur les sentiments provenant de ceux-ci (Hajek, Olej et Myskova, 2014; Qiu, Srinivasan et Hu, 2014).

Ces exemples ne représentent qu'un fragment des utilisations potentielles de l'IA. Avec de l'imagination, les entreprises pourront être en mesure d'identifier des cas d'utilisation pertinents pour leur organisation et, par le fait même, révolutionner les façons de faire à l'interne. La prochaine section portera sur les barrières potentielles que les organisations devront surmonter afin d'être en mesure de mettre en place des capacités IA.

2.5 - BARRIÈRES POTENTIELLES À L'IMPLANTATION DE L'IA

Comme il l'a été présenté dans la section 2.3, il existe une multitude de barrières qui peuvent survenir lors de l'implantation d'une technologie. En ce qui concerne l'IA, il est pertinent de se questionner à savoir si elle fera face aux mêmes barrières mentionnées précédemment et si elle devra en surmonter d'autres qui lui sont spécifiques. En raison de plusieurs facteurs, comme le manque de connaissance concernant la valeur du projet, la nature des données, l'étendue du projet et la popularité de l'IA, ce genre d'implantation devra franchir des obstacles imprévus et uniques à cette technologie (Andrews *et al.*, 2018; Faraj, Pachidi et Sayegh, 2018). En se basant sur la littérature académique et professionnelle en IA, le tableau 2.13 présente des barrières potentielles à l'implantation de cette technologie. Malgré la réalisation d'une revue de la littérature exhaustive, seulement six textes ont été retenus. Cela démontre bien la faible couverture du sujet parmi les deux types de

littérature. Les barrières communes aux implantations de TI relevées dans la littérature par Garg, Shukla et Kendall (2015) ont été utilisées pour illustrer une grande partie des barrières à l'IA. Les autres barrières se retrouvent au bas du tableau. Les barrières à l'implantation de l'IA portant sur la qualité et la quantité des données disponibles ont été fréquemment relevées dans la littérature. Les enjeux qui concernent la notion de responsabilité en matière d'IA sont aussi soulevés. En d'autres termes, la détermination à savoir qui est imputable en cas de défaillance du système est une barrière à l'implantation de cette technologie.

TABLEAU 2.13 - BARRIÈRE À L'IMPLANTATION DE L'IA

Barrières	Goasduff (2019), Andrews <i>et al.</i> (2018)	Wirtz, Weyerer et Geyer (2019) *Secteur public	Faraj, Pachidi et Sayegh (2018)	Broda (2019)	Bergstein (2019)	Ransbotham <i>et al.</i> (2017)
<u>Barrières communes de Garg, Shukla et Kendall (2015)</u>						
Attitude défavorable (réticence à adopter de nouvelles technologies, menace perçue de la technologie, résistance au changement, sentiment de manquer de temps)	X		X			
Complexité de l'implantation (intégration des systèmes, mauvaise interopérabilité entre les applications, incompatibilité avec le système existant)	X	X			X	
Coût élevé des implantations TI		X			X	
Faible culture organisationnelle (engagement dans les pratiques courantes, manque de communication et de coordination, facteurs politiques, changements organisationnels)		X				
Faible niveau des infrastructures TI (faible bande passante, technologie et systèmes)				X		X

inadéquats, mauvaise structure de télécommunication, manque d'ordinateur, ressources insuffisantes)						
Incapacité à percevoir les bénéfices à court et long terme des TI (manque de sensibilisation et de connaissance face au TI, anticipation de moins de ROI sur les dépenses TI, manque de leadership TI, politiques TI insuffisantes)	X				X	X
Manque d'engagement de la direction (absence d'intégration des TI dans la stratégie organisationnelle, manque d'alignement entre les objectifs d'affaires et les TI, Dépenses limitées, problème de budgétisation)	X					X
Manque d'expertise technique (manque d'employé formé avec les compétences requises, compétence et confiance pour implanter les bonnes technologies)	X	X				X
Préoccupations concernant la sécurité et confidentialité	X	X		X		X
Problèmes liés aux vendeurs (sélection du produit TI parmi les nombreux vendeurs, contrats, maintenance, mise à niveau)	X					
<u>Barrières à l'implantation IA</u>						
Absence de stratégie définie	X					
Comprendre ce qu'est l'IA (bénéfices et utilisations)	X					
Éthique		X	X			
Gouvernance	X	X				
Identification de cas d'utilisation clair	X					X
Immaturité de la technologie	X					
Législation et régulation		X				

Qualité des données (précision)	X	X	X			
Quantité de données disponibles	X		X	X		
Responsabilité	X	X	X			
Littérature académique  Littérature professionnelle 						

Comme mentionné aux sections 2.3 et 2.4, l'implantation de l'IA se démarque des implantations TI « traditionnelles ». On peut donc supposer que ce type d'implantation devra surmonter des barrières spécifiques. Par ailleurs, malgré l'aspect technique de l'IA, Fletcher et Wright (1995) rappellent que les barrières organisationnelles demeurent plus importantes que les barrières techniques. Selon un rapport de Nimdzi Insights (2019), 85% des projets d'implantation d'IA échouent. Concernant l'ensemble des projets TI, 64% des projets ne seraient pas livrés dans les temps, dans le budget et avec les fonctions nécessaires (Standish Group International, 2015). On constate que le taux d'échecs est 32.8% supérieur lorsqu'il s'agit d'une implantation d'IA plutôt qu'une implantation de TI traditionnelle. L'identification des barrières à l'implantation est une étape cruciale et vitale afin de favoriser le succès d'un projet (Okumus *et al.*, 2017). Par conséquent, l'identification et la priorisation des barrières à l'implantation de l'IA permettraient de mieux comprendre les obstacles potentiels et de connaître la gravité des impacts ou des conséquences reliées à chacune.

2.6 - RÉSUMÉ

Dans le cadre de cette étude, les termes *Barrières à l'implantation* feront référence à l'ensemble des facteurs qui interfère, d'une manière ou d'une autre, avec le succès d'une implantation de technologie. Ces barrières peuvent être des lois, des pratiques, des objets, des problèmes, des systèmes, des structures, des idées ou des individus. Le tableau 2.14 présente le résumé des barrières à l'implantation identifiées dans la revue de la littérature. Le cadre de Stewart, Mohamed et Marosszeky (2004) portant sur le niveau des barrières à l'implantation et le cadre TOE qui distingue les facteurs

contextuels influençant une implantation en trois dimensions, tel qu'utilisé par Poba-Nzaou *et al.* (2016), ont été utilisés. L'exercice de catégorisation a été réalisé par l'auteur et une étudiante au programme de doctorat en technologies de l'information. Le tableau regroupe les barrières communes de Garg, Shukla et Kendall (2015) et celles spécifiques aux technologies survolées dans ce présent chapitre. Les barrières à l'implantation de l'IA ont été séparées en fonction du type de littérature pour mettre en évidence leur provenance.

TABEAU 2.14 - RÉSUMÉ DE LA REVUE DE LA LITTÉRATURE

Niveau	TOE	Barrières	Gen.	Technologies				
				PGI	GRC	I-N	IA A	IA P
Industrie	T	Coût élevé des implantations TI	X	X			x	x
	T	Immaturité de la technologie				X		x
	T	Évolution rapide des innovations technologiques	X					
	E	Législation et régulation					X	
Organisation	O	Formation inadéquate	X	X				
	O	Absence de système de mesure			X			
	O	Absence d'ingénierie des procédés		X				
	T	Qualité des données			X		x	x
	T	Faible niveau des infrastructures TI (faible bande passante, technologie et systèmes inadéquats, mauvaise structure de télécommunication, manque d'ordinateur, ressources insuffisantes)	X	X		X	x	x
	O	Structure organisationnelle inappropriée	X					
	O	Faible culture organisationnelle (engagement dans les pratiques courantes, manque de communication et de coordination, facteurs politiques, changements organisationnels)	X	X	X	X	x	
	O	Vision stratégique ambiguë		X			X	X
	O	Incapacité à percevoir les bénéfices à court et long terme des TI (manque de sensibilisation et de connaissance face	X		X	X	x	x

Projet		au TI, anticipation de moins de ROI sur les dépenses TI, manque de leadership TI, politiques TI insuffisantes)					
	O	Comprendre ce qu'est l'IA (bénéfices et utilisations)					x
	O	Attitude défavorable (réticence à adopter de nouvelles technologies, menace perçue de la technologie, résistance au changement, sentiment de manquer de temps)	x	x	x		x
	T	Complexité de l'implantation (intégration des systèmes, mauvaise interopérabilité entre les applications, incompatibilité avec le système existant)	x		x	x	x
	T	Identification de cas d'utilisation clair				x	x
	T	Préoccupations concernant la sécurité et confidentialité	x			x	x
	T	Quantité de données disponibles				x	x
	T	Manque d'expertise technique (manque d'employé formé avec les compétences requises, compétence et confiance pour implanter les bonnes technologies)	x	x	x		x
	T	Problèmes techniques		x			
	T	Problèmes liés aux vendeurs (sélection du produit TI parmi les nombreux vendeurs, contrats, maintenance, mise à niveau)	x	x		x	x
	O	Gouvernance				x	x
	O	Éthique				x	
	O	Manque d'engagement de l'utilisateur final	x				
	O	Manque d'engagement de la direction (absence d'intégration des TI dans la stratégie organisationnelle, manque d'alignement entre les objectifs d'affaires et les TI, Dépenses limitées, problème de budgétisation)	x	x	x	x	x
	O	Responsabilité				x	x
	O	Sous-performance de l'équipe de projet		x			
Légende T : Technologique O : Organisationnel E : Environnemental Gen. : Barrières génériques I-N : Infonuagique IA-A : Littérature académique en IA IA-P : Littérature professionnelle en IA							

2.7 - CONCLUSION

Ce chapitre a permis de définir et identifier comment se manifestent les barrières à l'implantation des TI dans différents projets. Également, il a été possible d'identifier des barrières qui sont communes à plusieurs types d'implantation en matière de TI. En deuxième lieu, le concept d'IA a été défini. Ce chapitre a également apporté des explications sur le potentiel de l'IA ainsi que sur différentes applications pour certains secteurs. Finalement, il a permis d'unir les concepts de barrières à l'implantation et l'IA pour mieux comprendre les barrières potentielles à l'implantation de l'IA qui influenceront la finalité d'un tel projet.

Sommairement, nous avons distingué des manques au niveau de la validation de manière empirique des barrières à l'implantation de l'IA identifiées dans la littérature académique, ainsi que l'absence d'informations relatives à leurs importances pour les professionnels. La méthodologie présentée à la section suivante démontrera comment nous allons répondre à ces manques dans le cadre de cette étude.

CHAPITRE 3 - MÉTHODOLOGIE

3.1 - RAPPEL DES OBJECTIFS

L'objectif de ce mémoire est de contribuer à l'avancement des connaissances qui portent sur les facteurs nuisant à l'implantation de l'IA. C'est pourquoi ce mémoire s'intéresse aux barrières à l'implantation de cette technologie dans les organisations. En les identifiant et en connaissant la gravité des impacts ou des conséquences associées à chacune, les gestionnaires seront en mesure de mieux les comprendre et, par le fait même, mettre en place des stratégies pour les surmonter. Pour y arriver, ce chapitre présente la démarche méthodologique employée pour répondre aux objectifs de l'étude.

3.2 - CADRE OPÉRATIONNEL ET MÉTHODOLOGIQUE

Suite à la revue de la littérature, la documentation académique ne permettait pas de dresser une liste exhaustive des barrières spécifiques à l'implantation de l'IA. Bien que les articles portant sur les barrières à l'implantation des TI soient pour la plupart validés de manière empirique, ce n'est pas le cas pour celles liées à l'IA. De plus, plusieurs de ces barrières proviennent de la littérature professionnelle. La revue de la littérature n'a également pas permis d'obtenir de l'information quant à l'importance de chacune des barrières. Pour ces raisons, ce projet de recherche s'inscrit dans une démarche exploratoire visant à fournir un premier regard sur un aspect du phénomène de l'IA que l'on ne maîtrise pas encore en contexte organisationnel. Dans ce contexte exploratoire, la méthodologie Delphi a été retenue. L'utilisation d'une méthodologie Delphi nous permet de répertorier et valider les barrières à l'implantation de l'IA en se basant sur le jugement de professionnels experts dans le domaine. Dans ce contexte, puisqu'un seul expert ne peut avoir toutes les connaissances, l'utilisation d'une variété de professionnels d'expérience dans le domaine de l'IA augmente la fiabilité des données collectées (Schmidt *et al.*, 2001).

En procédant ainsi, c'est-à-dire en ne prenant pas en considération les barrières identifiées au chapitre 2, nous évitons d'influencer l'opinion des experts tout en étant capables de les mobiliser lors de l'analyse des résultats. Suite à notre étude, il sera ainsi possible de corroborer ou non les barrières identifiées dans la revue de la littérature. La partie grise de la figure 3.1 représente cette section dans le cadre opérationnel de l'étude.

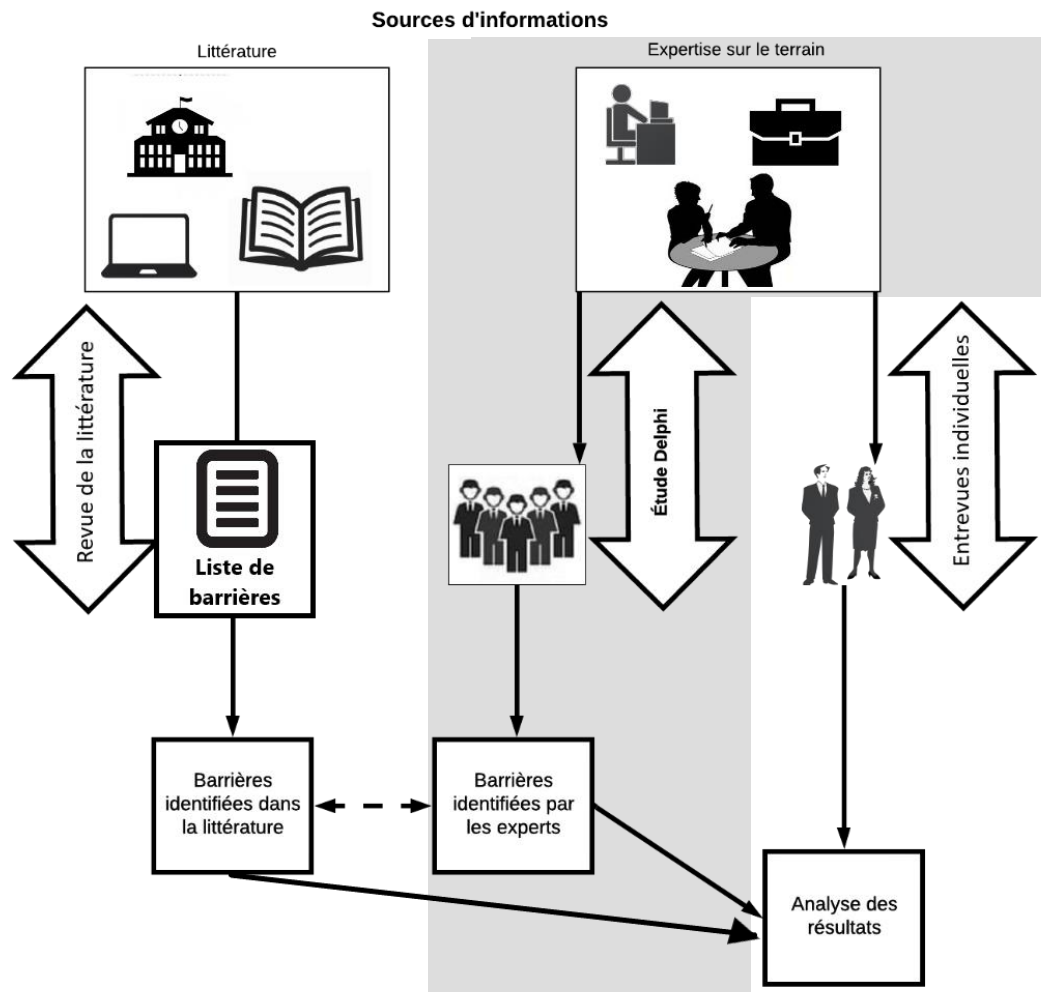


FIGURE 3.1 - CADRE OPÉRATIONNEL DE L'ÉTUDE

3.3 - L'ÉTUDE DELPHI ET SA MISE EN APPLICATION

Étant donné l'état de la littérature existante, l'utilisation de cette méthodologie s'inscrit dans un contexte exploratoire et permettra, via une série d'étapes, d'obtenir

une liste des barrières à l'implantation de l'IA ordonnée selon l'importance qu'accordent les experts à chacune. Par importance, nous faisons référence à la gravité des impacts ou des conséquences associées à chacune des barrières. Cette liste sera entièrement développée en fonction du jugement et de l'expérience des participants. Cela permettra également d'effectuer des comparaisons avec les différentes barrières identifiées au chapitre 2.

La plupart des études Delphi ont pour objectif d'explorer des idées ou de produire des informations, de façon fiable et créative, pour faciliter la prise de décision (Paré *et al.*, 2013). La méthode Delphi, telle que définie par Linstone et Turoff (1975 : 3) « [...]may be characterized as a method for structuring a group communication process so that the process is effective in allowing a group of individuals, as a whole, to deal with a complex problem ». Cette méthode a été développée en 1953 par la RAND Corporation (Linstone et Sahal, 1976). Selon Linstone et Turoff (1975), la méthode Delphi doit remplir trois conditions, soit l'anonymat, les rétroactions contrôlées et l'agrégation des réponses obtenues. Étant donné la faible maturité du domaine et de la littérature académique en ce qui concerne des données historiques de projets d'IA, cette méthodologie est la plus appropriée pour ce type d'étude exploratoire visant à en recueillir (Xu et Gutiérrez, 2006). De plus, puisqu'un consensus entre les participants est requis, que les données historiques sont inexistantes et que le rassemblement des participants est difficile à réaliser, l'utilisation de la méthode Delphi est couramment utilisée dans ces situations (Delbecq, Van de Ven et Gustafson, 1975; Girouard, 2007; Uma Gupta et Clarke, 1996)

Cette étude utilise une méthode Delphi dite « ranked-type », qui consiste à estimer des paramètres inconnus et d'en faire le classement (Linstone et Turoff, 1975; Paré *et al.*, 2013; Wilhelm, 2001). L'étude Delphi présentée ici s'inspire grandement de l'approche proposée par Paré *et al.* (2013) et des études de Okoli et Pawlowski (2004) et Girouard (2007). Elle comporte quatre grandes étapes que l'on retrouve illustrées à la figure 3.2.

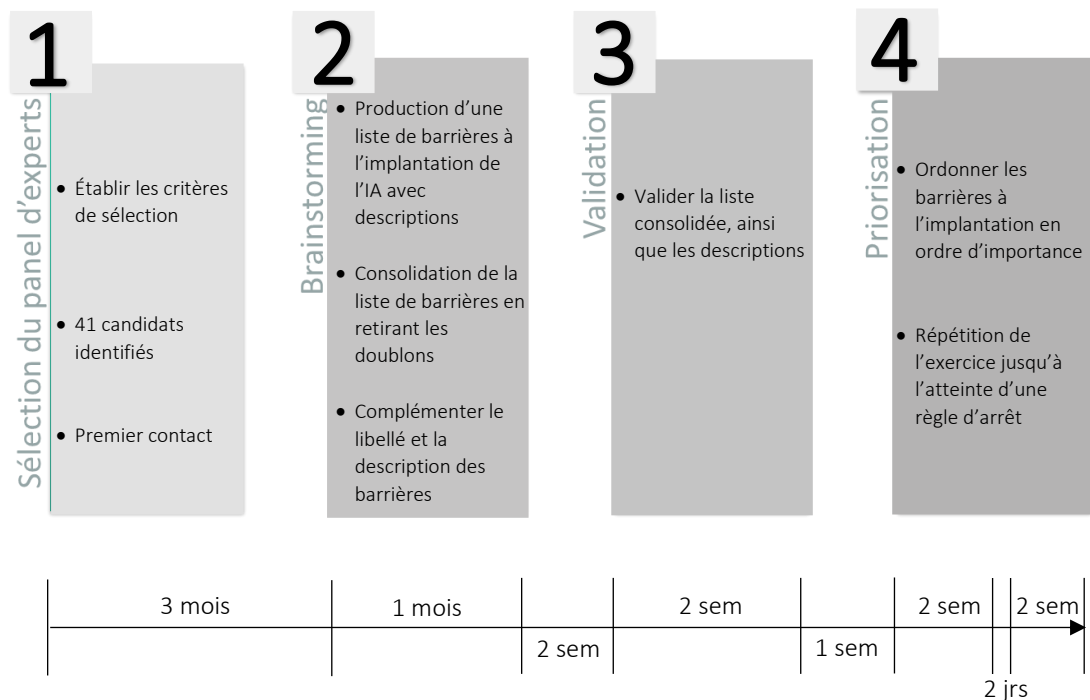


FIGURE 3.2 - DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE DELPHI

Source : Adaptée de Girouard (2007)

3.3.1 - ÉTAPE 1 : SÉLECTION DU GROUPE D'EXPERTS

La sélection du groupe d'experts est la première étape de l'étude Delphi. Okoli et Pawlowski (2004) considèrent cette étape comme la plus importante. Les résultats obtenus proviendront principalement des experts, c'est pourquoi il est primordial de sélectionner des experts qualifiés, possédant les connaissances nécessaires pour répondre adéquatement aux diverses questions. Cette étape se divise en plusieurs sous-étapes, afin de cibler et sélectionner des experts pertinents (Okoli et Pawlowski, 2004) :

3.3.1.1 - CHOIX DES PROFILS DES PARTICIPANTS

Les profils des participants ont été statués à l'aide d'une session de remue-ménages entre un professeur du département des TI de HEC (directeur de ce mémoire) et l'auteur de cette recherche. Le dénominateur commun du panel d'expert a été déterminé en se basant sur le thème principal de l'étude, soit l'IA. En effet, les

participants doivent avoir de l'expérience dans le domaine de l'IA, plus précisément à l'égard de l'implantation, mais également dans le domaine des TI. Étant donné que l'implantation de technologie d'IA est une discipline assez récente, le nombre minimum d'années d'expérience ciblé dans ce domaine est de 2 ans. En considérant l'expérience en TI des participants, cela permet de confirmer que les participants possèdent les qualifications requises et un niveau d'expérience suffisant.

Entre autres, cette réunion a permis de dégager quatre catégories d'experts, soit des gestionnaires de projets, des consultants, des agents de recherche et des fournisseurs de solutions. La sélection de différentes catégories d'experts permet entre autres d'obtenir de multiples perspectives afin de garantir une vaste étendue de connaissances et d'assurer la validité des résultats (Paré *et al.*, 2013). Par la même occasion, un plus grand éventail de secteur d'activité sera aussi représenté.

3.3.1.2 - LISTE DE CONTACTS

Bien que la taille optimale d'un panel Delphi n'est pas clairement définie, Okoli et Pawlowski (2004) proposent que la taille du panel doit contenir entre 10 et 18 participants. Cependant, Paré *et al.* (2013) expliquent que dans la majorité des études sélectionnées, le panel contient entre 14 et 30 participants. Le nombre de participants cibles, à la fin de la collecte de données, a été fixé à 18. Afin de le respecter, un plus grand nombre de participants a été identifié initialement pour s'assurer d'avoir au moins le nombre visé au final. Cette décision est motivée par la possibilité que des participants se retirent en cours de route. Cette tendance s'explique par le fait qu'on sollicitera les experts à répétition sur une période de plusieurs mois. Il est possible que ces derniers disposent de moins de temps ou qu'il y ait une baisse d'intérêt.

La liste de contacts initiale a été rédigée principalement à l'aide des contacts du directeur de ce mémoire. De plus, un institut dans le domaine de l'IA a identifié des personnes membres possédant le profil recherché. Pour compléter la liste, une recherche de candidats potentiels a été réalisée à l'aide du réseau *LinkedIn*. Pour ce faire, des mots-clés comme « *AI* », « *Intelligence artificielle* » et « *machine learning* »

ont permis d'identifier un certain nombre de personnes travaillant et possédant de l'expérience dans le domaine de l'implantation l'IA.

3.3.1.3 - PREMIERS CONTACTS ET NOMS ADDITIONNELS

Afin d'introduire le projet de recherche aux candidats potentiels, diverses stratégies ont été employées. Premièrement, toujours avec la collaboration d'un institut dans le domaine de l'IA, un courriel a été envoyé aux membres ciblés de ce dernier (voir annexe 1). Deuxièmement, certains experts provenant de la liste initiale ont aussi été contactés via courriel. Le courriel comprenait un bref aperçu du projet de recherche, accompagné d'un document décrivant sommairement le déroulement de la collecte de données (voir annexe 2). Troisièmement, les experts identifiés sur le réseau LinkedIn ont été contactés via le système de messagerie de la plateforme. Le message comprenait les mêmes informations que le courriel. De surcroît de l'introduction, le premier contact avait comme buts de sonder l'intérêt des experts et d'identifier d'autres experts dans le domaine. Pour y arriver, il était demandé aux destinataires s'ils connaissaient des personnes, ayant le même profil qu'eux, et qui pourraient participer. Cette démarche a permis de bonifier la liste de contact initialement développée.

3.3.1.4 - INVITER LES EXPERTS À PARTICIPER

Afin de solliciter la participation des experts, ils ont été contactés initialement dans un deuxième courriel. Également, nous leur proposons la possibilité d'un contact par téléphone afin de répondre à leurs interrogations et développer davantage sur les détails de ce projet de recherche. Pour ceux ayant accepté l'appel téléphonique, certaines informations concernant leurs expériences ont été validées. Afin d'encourager la participation, les experts allaient bénéficier des résultats dès la compilation de ceux-ci et pourraient même rencontrer le chercheur principal pour échanger sur les résultats. Au total, 41 personnes provenant du Québec et de la France ont été invitées à participer au projet de recherche. 26 experts ont accepté de participer à l'étude, pour un taux de participation d'environ 63%.

3.3.2 - ÉTAPE 2 : BRAINSTORMING

L'objectif de cette étape est de générer une liste exhaustive de barrières à l'implantation de l'IA dans les organisations qui proviennent du panel d'experts.

3.3.2.1 - QUESTIONNAIRE #1 - DISTRIBUTION ET ANALYSE

Le développement du premier questionnaire a été fait à l'aide du logiciel Qualtrics. Le questionnaire comprenait une lettre de présentation expliquant les modalités en matière d'éthique (voir annexe 3). La distribution du questionnaire en ligne a été réalisée par courriel à l'aide d'une invitation et d'un lien individuel pour accéder au questionnaire (voir annexe 3). L'utilisation de ce genre de lien permet de suivre la progression et d'identifier l'auteur de chaque questionnaire. Les participants disposaient d'une période de trois semaines pour produire une liste de barrières à l'implantation de l'IA accompagnée de descriptions. Plus concrètement, les experts devaient identifier l'ensemble des barrières à surmonter lors de l'implantation de l'IA dans une organisation auxquelles ils devaient joindre de brèves descriptions expliquant comment elles se manifestent. Dans l'objectif de maximiser la participation des candidats, des rappels ont été envoyés, soit 15, 7 et 2 jours avant la date d'échéance (voir annexe 7). Pour participer aux rondes subséquentes, les participants devaient obligatoirement avoir complété leur questionnaire.

Suite à la période de trois semaines accordée aux participants pour répondre au premier questionnaire, l'ensemble des barrières à l'implantation de l'IA ont été consolidées dans une seule liste. Bien que cette liste doive encore exprimer les opinions des experts, la consolidation consiste à supprimer les duplicatas et clarifier les descriptions fournies par les experts. L'exercice de consolidation a été réalisé par le chercheur principal, ainsi que le directeur de ce mémoire. La rapidité de la réalisation de cette tâche permet de garder un rythme et d'éviter que le taux de participation ne diminue (Delbecq, Van de Ven et Gustafson, 1975).

3.3.3 - ÉTAPE 3 : VALIDATION DES BARRIÈRES ET DES LIBELLÉS

Cette étape consiste à confirmer les réponses qui ont été obtenues lors de l'étape précédente avec les panellistes via un deuxième questionnaire.

3.3.3.1 - QUESTIONNAIRE #2 - DISTRIBUTION ET ANALYSE

Encore une fois, le développement du questionnaire s'est fait à l'aide du logiciel Qualtrics et les modalités d'envoi ont été les mêmes que pour le premier questionnaire, ainsi que pour tous les autres questionnaires suivants. Pour cette étape, les participants avaient la tâche de valider chacune des barrières accompagnées de leur description. Pour ce faire, ils devaient cocher une case pour démontrer leur accord avec la barrière et son énoncé. En cas de désaccord, ils devaient fournir des commentaires explicatifs afin de bien saisir les raisons sous-jacentes. Un aperçu du deuxième questionnaire est disponible à l'annexe 4. Les candidats disposaient d'une période de deux semaines pour compléter et soumettre le questionnaire. Des rappels ont été envoyés par courriel 7 et 2 jours avant la date d'échéance.

Encore une fois, l'analyse des données a été réalisée par l'auteur de cette recherche et le directeur de ce mémoire. L'analyse des données s'est faite en une semaine. Elle consistait à apporter des modifications à la liste initiale selon les commentaires des experts. La résultante de cette ronde est une liste de barrières à l'implantation de l'IA qui a été validée par l'ensemble des experts.

3.3.4 - ÉTAPE 4 : PRIORISATION DES BARRIÈRES

Pour cette étape, les participants devaient ordonner chacune des barrières en ordre d'importance. Il s'agit de la dernière étape de la méthodologie Delphi. L'objectif de cette étape est d'atteindre un certain niveau de consensus entre les experts (Paré *et al.*, 2013). Si le consensus n'est pas atteint, cette étape peut comporter des itérations. Tel que proposé par Paré *et al.* (2013), la collecte de données prend fin lorsqu'une des trois règles suivantes est atteinte :

- Le degré de consensus entre les experts est fort (Kendall's $W \geq 0.7$);
- Trois rondes de priorisation ont été réalisées;
- Le classement moyen de deux rondes successives n'a pas de différence significative.

Le coefficient de Kendall est un test statistique qui permet de mesurer le niveau d'accord entre des évaluateurs où 0 signifie qu'il n'y a aucune entente entre les évaluateurs et 1 signifie qu'il y a un consensus parfait.

3.3.4.1 - QUESTIONNAIRE #3 - DISTRIBUTION ET ANALYSE

Dans ce questionnaire, la liste contenant les barrières à l'implantation de l'IA validées a été envoyée aux participants. Comme le recommandent Paré *et al.* (2013), les items de la liste ont été présentés de manière aléatoire pour éviter les biais. Les experts avaient la tâche d'ordonner les barrières en fonction de l'importance accordée à chacune. Par importance, nous faisons référence à la gravité des impacts ou des conséquences associées à chacune lors de l'implantation de l'IA dans une organisation. Toujours à l'aide d'un questionnaire Qualtrics, les participants devaient indiquer pour chaque barrière le rang qu'ils souhaitaient lui attribuer. Il n'était pas possible de soumettre le questionnaire si les réponses contenaient deux fois le même rang ou si des barrières étaient non adressées. Encore une fois, les participants disposaient d'une période de deux semaines pour réaliser cette tâche. Des rappels ont été envoyés 7 et 2 jours avant la date d'échéance. Le questionnaire peut être visualisé à l'annexe 5.

L'analyse de données a été réalisée par l'auteur de cette étude à l'aide du logiciel R et a été contre-vérifiée avec Excel. Le niveau de consensus nécessaire n'a pas été atteint lors de cette première ronde.

3.3.4.2 - QUESTIONNAIRE #4 - DISTRIBUTION ET ANALYSE

Puisque le niveau de consensus nécessaire n'a pas été atteint, une nouvelle ronde de priorisation était nécessaire. Le questionnaire Qualtrics contenait le même format.

Cette fois-ci, la liste était présentée en fonction de l'importance accordée à chacune des barrières à l'implantation de l'IA lors du dernier questionnaire (position moyenne obtenue). Le but de cette pratique est de favoriser l'obtention d'un consensus entre les experts (Paré *et al.*, 2013). Encore une fois, les candidats devaient ordonner chacune d'entre elles. Les membres du panel disposaient d'une période de 10 jours pour répondre à ce questionnaire. Deux rappels ont également été envoyés 5 et 2 jours avant la date d'échéance. Un aperçu du questionnaire est disponible à l'annexe 6. Cette activité doit être répétée jusqu'à l'atteinte d'une règle d'arrêt parmi les suivantes :

- Coefficient de Kendall supérieur ou égal à 0.7
- Trois rondes de priorisation ont été menées
- Pas de changement significatif entre deux rondes

L'analyse des données a été réalisée de la même façon que lors du troisième questionnaire. Le test des rangs signés de Wilcoxon a été utilisé pour calculer la variation et le degré de signification entre les deux rondes pour chacune des barrières (Poba-Nzaou *et al.*, 2016; von der Gracht, 2012). Étant donné qu'il n'y avait pas de changement significatif entre les deux rondes, tel que défini dans les critères ci-dessus, l'étude Delphi a été arrêtée. La figure 3.3 représente un résumé de la démarche qui a été effectuée.

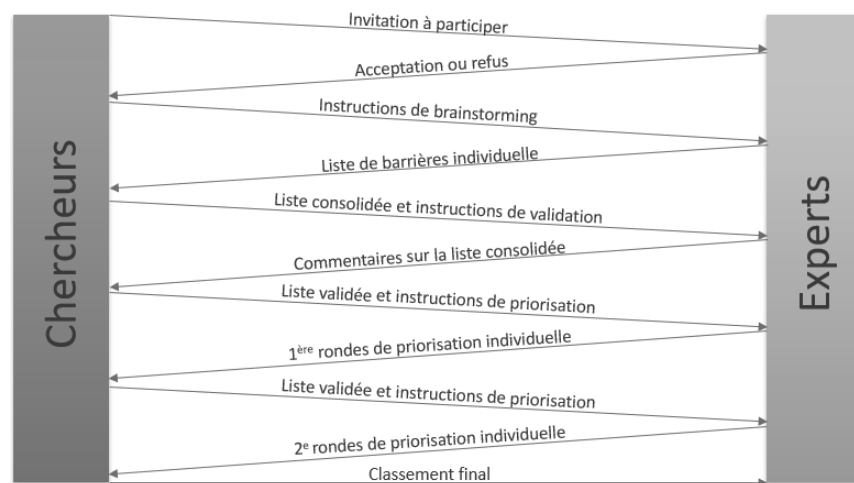


FIGURE 3.3 - DÉROULEMENT DE LA COLLECTE DE DONNÉES

Source : Adaptée de Paré *et al.* (2013)

3.4 - CONCLUSION

Ce chapitre a permis d'expliquer l'approche méthodologique pour adresser efficacement la problématique. Également, il a permis de définir en profondeur comment chacune des étapes a été réalisée dans le cadre de cette collecte de données. La mise en application de cette méthodologie a supporté l'atteinte du but de cette étude, c'est-à-dire de dresser une liste de barrières ordonnées à l'implantation de l'IA dans les organisations en se basant sur le jugement d'experts dans le domaine.

CHAPITRE 4 - PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

4.1 - STRUCTURE

Ce chapitre a pour objet de présenter les résultats obtenus lors de l'application de notre démarche méthodologique. La première section affiche le profil des experts ayant participé à l'étude. La section suivante présente les résultats associés à chacune des quatre rondes de l'étude Delphi.

4.2 - PARTICIPANTS

Suite aux invitations, 26 experts ont accepté de participer à l'étude Delphi. Le tableau 4.1 expose le taux de participation pour chaque ronde de l'étude, soit le brainstorming, la validation et la priorisation des barrières. La diminution du taux de participation pour la dernière étape peut s'expliquer en partie par la période où le questionnaire a été distribué, soit tout juste avant les vacances de Noël. La cible de 18 participants pour terminer l'étude a été respectée.

TABEAU 4.1 - TAUX DE PARTICIPATION PAR RONDE DE L'ÉTUDE DELPHI

Rondes	Nombres de participants	Taux de participation
1. <i>Brainstorming</i>	26/26	100%
2. <i>Validation des barrières</i>	24/26	92%
3.1 <i>Priorisation des barrières</i>	22/26	85%
3.2 <i>Priorisation des barrières</i>	18/26	69%

Le tableau 4.2 présente le profil des participants à cette étude. Les données sont présentées en fonction de l'échantillon initial de 26 participants et de l'échantillon final de 18 participants. On constate une forte majorité d'hommes dans l'échantillon, soit uniquement 3 femmes sur 26 participants initialement. En ce qui concerne les tranches d'âges, 31% des participants ont moins de 30 ans et 15% ont plus de 59 ans. Au niveau de la scolarité, la majorité des experts possèdent un diplôme de maîtrise.

L'échantillon initial possède une moyenne de 16,5 années d'expérience dans le domaine des TI et une moyenne de 5,8 années d'expérience dans le domaine de l'IA. Quant à lui, l'échantillon final à une moyenne de 18,6 années d'expérience en TI et 4,7 années d'expérience en IA.

TABEAU 4.2 - PROFIL DES PARTICIPANTS AU PANEL DELPHI

		Échantillon initial		Échantillon final	
		n	%	n	%
<u>Genre</u>	<i>Homme</i>	23	88%	17	94%
	<i>Femme</i>	3	12%	1	6%
<u>Âge</u>	<i>< 30</i>	8	31%	4	22%
	<i>30 – 39</i>	5	19%	2	11%
	<i>40 – 49</i>	5	19%	5	28%
	<i>50 – 59</i>	4	15%	4	22%
	<i>> 59</i>	4	15%	3	17%
<u>Scolarité</u>	<i>Collégial</i>	1	4%	1	6%
	<i>Baccalauréat</i>	7	27%	6	33%
	<i>Maîtrise</i>	15	58%	10	56%
	<i>MBA</i>	3	11%	1	6%
		Moyenne	Médiane	Moyenne	Médiane
<i>Expérience professionnelle en technologies de l'information (années)</i>		16.5	15	18.6	21
<i>Expérience professionnelle en intelligence artificielle (années)</i>		5.8	3	4.7	3

4.3 - RÉSULTATS

4.3.1 - PREMIÈRE RONDE - BRAINSTORMING

À cette étape, chaque participant devait lister des barrières à l'implantation de l'IA dans les organisations et en faire une brève description. 26 experts ont participé à cette étape pour un taux de participation de 100%. Au total, 117 items ont été relevés par les experts. Ils ont tous été analysés afin de produire une liste commune. Pour y arriver, les duplicatas ont été retirés et certains regroupements ont été possibles. Par exemple, les items « Difficulté de recrutement de talents en raison de la compétition » et « Difficulté à trouver des talents » ont été regroupés sous la « Disponibilité des talents ». À la suite de cette consolidation, une liste de 17 barrières à l'implantation de l'IA dans les organisations a été dressée (voir tableau 4.3).

TABLEAU 4.3 - LISTE CONSOLIDÉE DE BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE L'IA

Barrières à l'implantation	Descriptions
Compétence pour l'industrialisation	Le manque d'expertise interne pour faciliter l'industrialisation et l'opérationnalisation de l'IA freine son implantation dans les organisations.
Coûts	Les coûts importants reliés au développement (ressources humaines, temps, etc) et à l'acquisition d'actifs technologiques impactent négativement la mise en œuvre de l'IA
Disponibilité des talents	La difficulté de trouver du talent, que ce soit à l'interne ou à l'externe, représente un frein à l'implantation de l'IA dans l'organisation
Données de qualité	Le manque de données de qualité, c'est-à-dire présentant des degrés de précision, d'objectivité et de fiabilité suffisants, a un impact négatif sur la création de modèles de qualité
Gouvernance des données	Le manque de maturité en termes de gouvernance des données complexifie la gestion de la protection des données, de leur accessibilité ainsi que de leur cycle de vie
Incompréhension de l'aspect technique de l'IA	Les connaissances limitées sur les aspects techniques de l'IA, tels que les méthodes et modèles potentiellement utilisables dans un contexte donné, freinent le développement d'un projet IA
Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA	Le potentiel d'affaires réel de l'intelligence artificielle, ainsi que ses limites, demeurent difficiles à saisir pour les gestionnaires
Infrastructure TI	L'infrastructure TI de l'organisation n'est pas prête pour accompagner la réalisation de projets en intelligence artificielle (parcs informatiques, intégration des technologies servant à construire et déployer les modèles avec les systèmes existants de l'entreprise, etc).
Limite du potentiel transformationnel	Les transformations résultant de la mise en œuvre de l'IA restent limitées en raison du manque de motivation à favoriser son implantation à grande échelle et du refus de retirer l'humain du processus de prise de décision

Barrières à l'implantation	Descriptions
Manque de vision stratégique	Le manque de vision stratégique se traduit par de la difficulté à sélectionner les bons projets d'IA qui amélioreront les processus et généreront de la valeur pour l'organisation
Maturité de l'environnement légal et implications éthiques	Le manque de réglementation claire et les enjeux éthiques liés à l'utilisation de l'IA retardent son implantation dans les organisations
Maturité des processus	Les procédés et processus de l'entreprise présentent un degré de maturité insuffisant pour être en mesure de les automatiser et/ou de les transformer à travers l'implantation de l'IA
Résistance au changement	Le manque de connaissances et d'éducation sur les implications de l'implantation de l'IA pour les employés est une cause de résistance à son implantation dans l'organisation
Retour sur investissement	Les incertitudes liées au retour sur investissement ainsi que sur l'horizon de temps nécessaire à l'implantation de l'IA dans l'organisation sont des facteurs de risque difficiles à gérer
Sécurité et confidentialité	Le risque relié à la sécurité et à la confidentialité des données et des modèles utilisés par l'intelligence artificielle
Soutien de la haute direction	Le manque de support de la haute direction a un impact négatif sur la rapidité des décisions et la priorité accordée à la mise en œuvre de l'IA dans l'organisation
Volume de données disponibles	Un volume de données disponible trop faible a un impact négatif sur la création de modèles de qualité

4.3.2 - DEUXIÈME RONDE - VALIDATION

Le but de cette étape est de valider la liste consolidée de barrières à l'implantation de l'IA obtenue suite à la première ronde. Pour ce faire, les participants devaient approuver chacune des barrières et leur description. Parmi les 17 barrières présentées aux participants, 14 ont été validées. Suite aux suggestions du panel, certains retraits, ajouts, ainsi que des modifications au niveau des barrières et des descriptions ont été effectués :

- La barrière « Maturité de l'environnement légal et implications éthiques » a été séparée en deux barrières distinctes, soit « Maturité de l'environnement légal » et « Enjeux éthiques »
- La barrière « Limite du potentiel transformationnel » a été retirée, car elle a été jugée non pertinente par la majorité du panel
- La barrière « Maturité des processus » a été retirée, car les experts ne perçoivent pas cela comme un frein
- La barrière « Coût » a été retirée, car les experts jugent que le coût n'est pas un frein en soi. Le frein concerne davantage le retour sur investissement.
- La barrière « Gestion du changement » a été ajoutée

Il y a également eu quelques modifications au niveau des descriptions des barrières. Par exemple, en raison de la répartition géographique des participants et des législations en place, le complément « Dans certains pays » a dû être ajouté à la description de la barrière portant sur la maturité de l'environnement légal. Voici l'ensemble des modifications qui ont été réalisées :

- La description de la nouvelle barrière « Gestion du changement » est « La mauvaise planification de la gestion du changement qui doit accompagner l'implantation de l'IA limite la nature et la portée des bénéfices tirés de ces initiatives »

- La barrière « Enjeux éthiques » est décrite comme « Les enjeux éthiques liés à l'utilisation de l'IA retardent son implantation dans les organisations »
- La barrière « Maturité de l'environnement légal » est décrite comme « Dans certains pays, le manque de réglementation claire relié à l'utilisation de l'IA retarde son implantation dans les organisations ».

La liste issue de cette étape est présentée au tableau 4.4. Elle comporte un total de 16 barrières à l'implantation de l'IA dans les organisations.

TABLEAU 4.4 - LISTE VALIDÉE DE BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE L'IA

Barrières à l'implantation	Descriptions
Compétence pour l'industrialisation	Le manque d'expertise interne pour faciliter l'industrialisation et l'opérationnalisation de l'IA freine son implantation dans les organisations.
Disponibilité des talents	La difficulté de trouver du talent, que ce soit à l'interne ou à l'externe, représente un frein à l'implantation de l'IA dans l'organisation
Données de qualité	Le manque de données de qualité, c'est-à-dire présentant des degrés de précision, d'objectivité et de fiabilité suffisants, a un impact négatif sur la création de modèles de qualité
Enjeux éthiques	Les enjeux éthiques reliés à l'IA retardent son implantation dans les organisations
Gestion du changement	La mauvaise planification de la gestion du changement qui doit accompagner l'implantation de l'IA limite la nature et la portée des bénéfices tirés de ces initiatives
Gouvernance des données	Le manque de maturité en termes de gouvernance des données complexifie la gestion de la protection des données, de leur accessibilité ainsi que de leur cycle de vie
Incompréhension de l'aspect technique de l'IA	Les connaissances limitées sur les aspects techniques de l'IA, tels que les méthodes et modèles potentiellement utilisables dans un contexte donné, freinent le développement d'un projet IA
Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA	Le potentiel d'affaires réel de l'intelligence artificielle, ainsi que ses limites, demeurent difficiles à saisir pour les gestionnaires

Barrières à l'implantation	Descriptions
Infrastructure TI	L'infrastructure TI de l'organisation n'est pas prête pour accompagner la réalisation de projets en intelligence artificielle (parcs informatiques, intégration des technologies servant à construire et déployer les modèles avec les systèmes existants de l'entreprise, etc).
Manque de vision stratégique	Le manque de vision stratégique se traduit par de la difficulté à sélectionner les bons projets d'IA qui amélioreront les processus et généreront de la valeur pour l'organisation
Maturité de l'environnement légal	Dans certains pays, le manque de réglementation claire relié à l'utilisation de l'IA retarde son implantation dans les organisations
Résistance au changement	Le manque de connaissances et d'éducation sur les implications de l'implantation de l'IA pour les employés est une cause de résistance à son implantation dans l'organisation
Retour sur investissement	Les incertitudes liées au retour sur investissement ainsi que sur l'horizon de temps nécessaire à l'implantation de l'IA dans l'organisation sont des facteurs de risque difficiles à gérer
Sécurité et confidentialité	Le risque relié à la sécurité et à la confidentialité des données et des modèles utilisés par l'intelligence artificielle
Soutien de la haute direction	Le manque de support de la haute direction a un impact négatif sur la rapidité des décisions et la priorité accordée à la mise en œuvre de l'IA dans l'organisation
Volume de données disponibles	Un volume de données disponible trop faible a un impact négatif sur la création de modèles de qualité

4.3.3 - TROISIÈME RONDE - PRIORISATION

L'objectif de cette ronde est d'obtenir un consensus entre les experts en ce qui concerne l'ordonnancement des barrières à l'implantation de l'IA. Les participants devaient ordonner chacune des barrières en fonction de la gravité des impacts ou des conséquences négatives associées à chacune lors de l'implantation de l'IA dans une organisation. Les barrières ont été ordonnées de la plus importante à la moins importante. Les réponses provenant de 22 experts n'ont pas permis d'obtenir un consensus entre ces derniers. Rappelons que Paré *et al.* (2013) proposent qu'un coefficient de Kendall supérieur à 0.7 indique un fort niveau de consensus entre les experts. De son côté, Schmidt (1997) suggère que même une petite valeur du coefficient W de Kendall peut être significative si le panel compte plus de 10 experts. Le tableau 4.5 présente une interprétation du coefficient W de Kendall selon Schmidt (1997).

TABLEAU 4.5 - INTERPRÉTATION DU W DE KENDALL

<i>W</i>	Interprétation	Confiance des rangs
.1	Très faible consensus	Aucune
.3	Faible consensus	Faible
.5	Consensus modéré	Passable
.7	Fort consensus	Élevé
.9	Consensus exceptionnellement fort	Très élevé

Source : Adapté de Schmidt (1997)

Lors de cette ronde, le coefficient W de Kendall a été de 0.262. Le niveau de consensus entre les experts est considéré entre faible et très faible. Le niveau de confiance entre les rangs se situe entre faible et nul. Il est cependant plus près d'un niveau faible que nul. Le tableau 4.6 présente la position moyenne des barrières à l'implantation de l'IA obtenue lors de la troisième ronde.

TABLEAU 4.6 - RANG MOYEN DES BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE L'IA SUITE À LA 3E RONDE

Troisième ronde – 1^{er} tour de priorisation (n=22 ; W=0.262)		
Position	Barrières à l'implantation de l'IA	Rang moyen
1	Manque de vision stratégique	4.18
2	Données de qualité	5.95
3	Soutien de la haute direction	6.27
4	Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA	6.73
5	Disponibilité des talents	7.50
6	Retour sur investissement	7.23
7	Compétence pour l'industrialisation	7.55
8	Incompréhension de l'aspect technique de l'IA	8.14
9	Gouvernance des données	8.18
10	Volume de données disponibles	9.09
11	Résistance au changement	9.23
12	Gestion du changement	9.68
13	Infrastructure TI	9.55
14	Sécurité et confidentialité	10.14
15	Enjeux éthiques	13.14
16	Maturité de l'environnement légal	13.45

4.3.4 - QUATRIÈME RONDE - PRIORISATION

N'ayant pas obtenu un niveau de consensus appréciable lors de la troisième ronde, un nouveau tour de priorisation a été réalisé. 18 réponses furent recueillies lors de ce tour. Le coefficient W de Kendall fut de 0.432. À propos de l'interprétation selon Schmidt (1997), le niveau de consensus obtenu et la confiance dans les rangs se situent quelque peu en dessous d'un niveau de consensus jugé modéré et d'une confiance passable. Le tableau 4.7 présente le rang moyen des barrières à l'implantation de l'IA recueillies lors de cette quatrième ronde.

TABLEAU 4.7 - RANG MOYEN DES BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DE L'IA SUITE À LA 4E RONDE

Quatrième ronde – 2 ^e tour de priorisation ($n=18$; $W=0.432$)		
Position	Barrières à l'implantation de l'IA	Rang moyen
1	Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA	3.67
2	Données de qualité	4.44
3	Soutien de la haute direction	4.72
4	Manque de vision stratégique	4.83
5	Disponibilité des talents	7.39
6	Retour sur investissement	7.50
7	Compétence pour l'industrialisation	7.94
8	Incompréhension de l'aspect technique de l'IA	8
9	Volume de données disponibles	8.44
10	Gouvernance des données	8.78
11	Résistance au changement	9.5
12	Sécurité et confidentialité	10.11
13	Infrastructure TI	11.33
14	Gestion du changement	12.28
15	Maturité de l'environnement légal	13.44
16	Enjeux éthiques	13.61

Le coefficient W de Kendall étant inférieur à 0.7 et ayant seulement réalisé deux rondes de priorisation, il est nécessaire de déterminer s'il y a eu une variation significative au niveau des réponses entre les deux rondes. Paré *et al.* (2013) proposent le test de McNemar pour y arriver. Cependant, ce test s'applique uniquement pour les variables binaires. Puisque la population est identique pour les deux rondes et que les données ne sont pas binaires, le test des rangs signés de Wilcoxon s'avère l'option à privilégier (Poba-Nzaou *et al.*, 2016; von der Gracht, 2012). Le tableau 4.8 présente les résultats du test des rangs signés de Wilcoxon pour chacune des barrières. Puisque ce test est basé sur des paires de données, il est essentiel de mentionner que seules les réponses provenant des 18 répondants finaux ont été considérées. Seulement deux barrières à l'implantation de l'IA ont varié de façon significative ($p < 0.05$) entre les deux rondes. Le test de Wilcoxon permet d'affirmer que l'ordonnancement entre les deux rondes est considéré comme stable (Poba-Nzaou *et al.*, 2016), puisqu'il n'y a pas de différence significative pour le classement de 14 des 16 barrières.

TABLEAU 4.8 - RÉSULTATS DES TESTS DES RANGS SIGNÉS DE WILCOXON

Barrières	Ronde 1 (n=18)	Ronde 2 (n=18)	Test des rangs signés de Wilcoxon	
	Rang moyen	Rang moyen	Z-Value	Sig. (Bilatérale)
Compétence pour l'industrialisation	7.39	7.94	-0.7 ^b	0.484 (NS)
Disponibilité des talents	7.28	7.39	-0.181 ^b	0.856 (NS)
Données de qualité	6.06	4.44	-1.737 ^b	0.082 (NS)
Enjeux éthiques	13.11	13.61	-0.283 ^b	0.777 (NS)
Gestion du changement	9.78	12.28	-2.533 ^b	0.011*
Gouvernance des données	8.44	8.78	-0.308 ^b	0.758 (NS)
Incompréhension de l'aspect technique de l'IA	8.67	8	-0.546 ^b	0.585 (NS)
Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA	7.22	3.67	-2.252 ^b	0.024*
Infrastructure TI	9.61	11.33	-1.306 ^b	0.192 (NS)
Manque de vision stratégique	4.17	4.83	-0.511 ^b	0.609 (NS)
Maturité de l'environnement légal	13.5	13.44	-0.211 ^b	0.833 (NS)
Résistance au changement	9.67	9.5	-0.234 ^b	0.815 (NS)
Retour sur investissement	6.28	7.5	-0.894 ^b	0.371 (NS)
Sécurité et confidentialité	10	10.11	-0.333 ^b	0.739 (NS)
Soutien de la haute direction	6.72	4.72	-1.479 ^b	0.139 (NS)
Volume de données disponibles	8.11	8.44	-0.267 ^b	0.794 (NS)
NS = Non significatif. ^b = Basée sur les rangs négatifs. * $p < 0.05$.				

Il serait justifié d'arrêter la collecte de données selon Paré *et al.* (2013), puisque les réponses sont stables. Poba-Nzaou *et al.* (2016) proposent différents éléments à prendre en considération dans la décision d'arrêter ou de faire une ronde supplémentaire (voir figure 4.1). N'ayant pas un niveau de consensus considérable, des vérifications ont été conduites pour déterminer s'il existe une majorité des participants pour lesquels le niveau de consensus est élevé. Il y a une *majorité* lorsque plus de 50% des répondants démontrent un niveau de consensus appréciable. La

bipolarité survient lorsque les répondants sont divisés de manière équivalente dans leurs réponses. Finalement, la *pluralité* se déclare lorsqu'il y a un consensus dans un groupe qui représente moins de 50% des répondants.

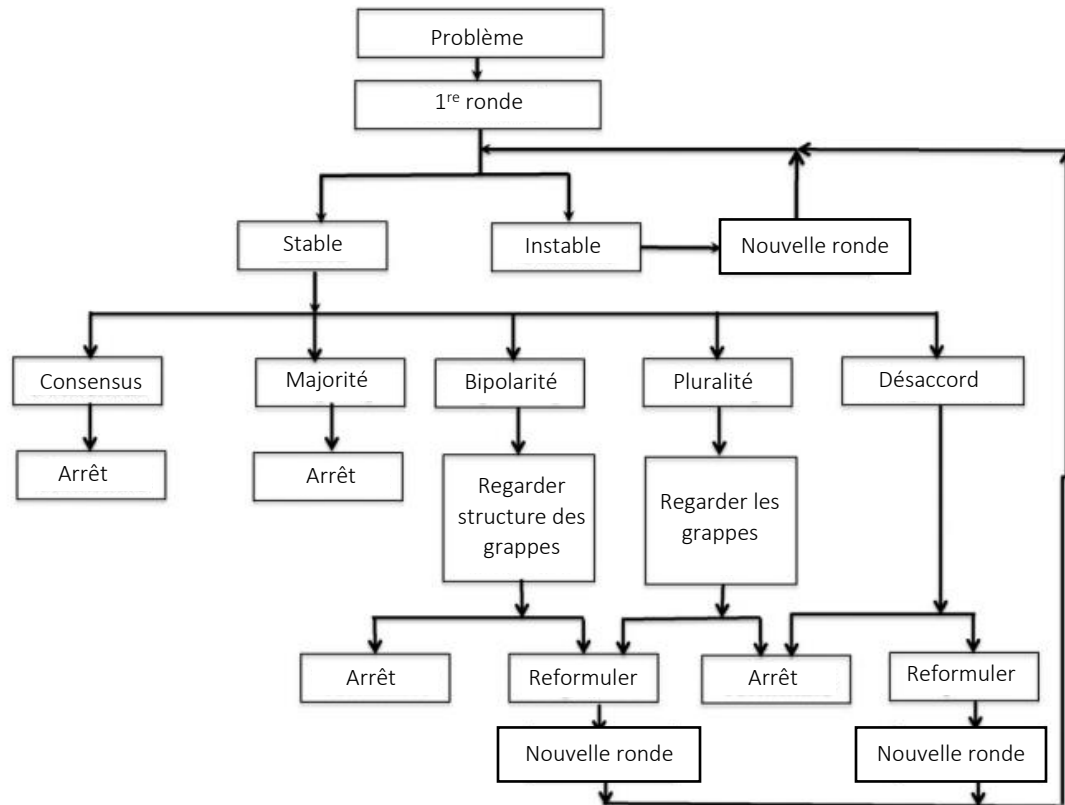


FIGURE 4.1 - HIÉRARCHIE DES CRITÈRES D'ARRÊT DANS LES ÉTUDES DELPHI

Source : Adaptée de Poba-Nzaou *et al.* (2016)

Les experts ont été regroupés sur la base d'une classification hiérarchique ascendante de style complet avec une métrique de distance de Gower. Une solution à 4 classes a été privilégiée (voir tableau 4.9). La classe 1 comporte 11 répondants avec un coefficient de Kendall de 0.690. Le niveau de consensus se situe tout juste sous la barre du 0.7 qui signifie un fort consensus. Réitérons que Schmidt (1997) indique qu'il est légitime d'accepter un coefficient inférieur à 0.7 si le nombre de répondants est supérieur à 10. Pour cette raison et puisqu'il n'y a pas eu de variation significative entre les deux rondes, l'étude Delphi a été arrêtée. Au final, 3 des 4 classes possèdent

un niveau de consensus qui se situe entre modéré et fort. Le coefficient de la classe 4 n'est pas significatif parce qu'elle ne compte qu'un seul participant.

TABLEAU 4.9 - CONSENSUS EN FONCTION DES CLASSES

Classe	Experts	Niveau de consensus (<i>W de Kendall</i>)
1	2, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18	0.690
2	3, 5, 8	0.548
3	1, 11, 12	0.648
4	4	1 (N/A)

Le tableau 4.10 présente le classement pour chacune des classes, à l'exception de la classe 4, en comparaison au classement général. Les positions ont été attribuées conformément aux rangs moyens. Puisque la classe 4 ne compte qu'un seul répondant et que l'objectif de ce tableau est de représenter les classements en fonction des consensus, elle n'a pas été incluse. Cependant, les réponses de cet expert sont représentées dans le classement général.

TABLEAU 4.10 - POSITIONNEMENT DES BARRIÈRES SELON LES CLASSES

Barrières	Position		Position(<i>écart</i>)	
	Général	C1 (<i>W=0.690</i>)	C2 (<i>W=0.548</i>)	C3 (<i>W=0.648</i>)
<i>Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA</i>	1	3(-2)	3(-2)	3(-2)
<i>Données de qualité</i>	2	4(-2)	2	5(-3)
<i>Soutien de la haute direction</i>	3	2(+1)	13(-10)	1(+2)
<i>Manque de vision stratégique</i>	4	1(+3)	16(-12)	4
<i>Disponibilité des talents</i>	5	8(-3)	5	6(-1)
<i>Retour sur investissement</i>	6	9(-3)	4(+2)	2(+4)
<i>Compétence pour l'industrialisation</i>	7	5(+2)	8(-1)	16(-9)
<i>Incompréhension de l'aspect technique de l'IA</i>	8	6(+2)	6(+2)	11(-3)
<i>Volume de données disponibles</i>	9	10(-1)	1(+8)	9
<i>Gouvernance des données</i>	10	7(+3)	14(-4)	10
<i>Résistance au changement</i>	11	11	7(+4)	8(+3)
<i>Sécurité et confidentialité</i>	12	13(-1)	9(+3)	7(+5)
<i>Infrastructure TI</i>	13	12(+1)	12(+1)	12(+1)
<i>Gestion du changement</i>	14	14	10(+4)	13(+1)
<i>Maturité de l'environnement légal</i>	15	16(-1)	11(+5)	15
<i>Enjeux éthiques</i>	16	15(+1)	15(+1)	14(-2)

4.4 - CONCLUSION

Dans un premier temps, ce chapitre a permis de présenter une liste validée de barrières à l'implantation de l'IA. Deuxièmement, via le classement de ces dernières, il propose un point de vue intéressant quant à l'ampleur et l'importance de chacune des barrières relevées dans le cadre de cette étude. Bref, ce chapitre nous permet de mieux comprendre le phénomène de l'IA en exposant les défis liés à son implantation.

CHAPITRE 5 - ANALYSE ET DISCUSSION

5.1 - STRUCTURE

Premièrement, les barrières à l'implantation de l'IA découlant de l'étude Delphi seront mises en parallèle avec celles identifiées dans la revue de la littérature. Ensuite, cette section se penchera sur l'analyse de ces résultats. Une discussion sera présentée pour conclure cette section.

5.2 - ANALYSE DES RÉSULTATS

La réalisation de la revue de la littérature a permis d'extraire et de rédiger une liste de barrières potentielles à l'implantation de l'IA (voir tableau 2.14). Les résultats de l'étude permettent de constater que la majorité des barrières identifiées par le panel d'experts sont présentes dans la revue de la littérature portant sur l'implantation des TI et d'IA (voir tableau 4.11). La littérature en TI comprend les barrières communes de Garg, Shukla et Kendall (2015) et les barrières à l'implantation de PGI, GRC et d'infonuagique. Pour la littérature en IA, les articles représentés au tableau 2.13 sont utilisés. Parmi les 16 barrières identifiées par les experts, 7 d'entre elles font uniquement référence à l'implantation d'IA. Cette découverte confirme ce qui a été relevé dans la recherche antérieure, c'est-à-dire que l'implantation de l'IA doit surmonter des barrières uniques à cette technologie (Andrews *et al.*, 2018; Faraj, Pachidi et Sayegh, 2018). Certaines barrières génériques comme le soutien de la haute direction, la résistance au changement et le retour sur investissement sont toujours d'actualité. L'étude Delphi a permis d'identifier une nouvelle barrière, soit la *Compétence pour l'industrialisation*, qui n'avait pas encore été relevée dans la littérature antérieure en TI et en IA. Alors que la barrière portant sur la disponibilité des talents fait référence, selon les experts, à des ingénieurs et des scientifiques de données, la barrière nommée *Compétence pour l'industrialisation* fait allusion à un tout autre ensemble d'aptitudes. Ces dernières sont nécessaires pour prendre une preuve de concept (POC) et l'amener à un niveau où elle pourra être utilisée par

l'organisation et générer des bénéfices. La barrière « Sécurité et confidentialité » est largement couverte dans la littérature en IA. Bien que cette barrière fasse l'unanimité dans la littérature en IA étudiée, elle se retrouve aux 13 rangs du classement général. Les barrières portant sur la maturité de l'environnement légal et les enjeux éthiques se trouvent aux derniers paliers du classement général. Ces barrières ont été relevées uniquement dans la littérature en IA.

TABLEAU 5.1 - BARRIÈRES PRÉSENTENT DANS LA LITTÉRATURE

Barrières	Lit. en TI	Lit en IA (A)	Lit. en IA (P)
<i>Compétence pour l'industrialisation</i>			
<i>Disponibilité des talents</i>	X	X	X
<i>Données de qualité</i>	X	X	X
<i>Enjeux éthiques</i>		X	
<i>Gestion du changement</i>	X	X	X
<i>Gouvernance des données</i>			X
<i>Incompréhension de l'aspect technique de l'IA</i>		X	X
<i>Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA</i>		X	X
<i>Infrastructure TI</i>	X	X	X
<i>Manque de vision stratégique</i>	X	X	X
<i>Maturité de l'environnement légal</i>		X	
<i>Résistance au changement</i>	X	X	X
<i>Retour sur investissement</i>	X	X	X
<i>Sécurité et confidentialité</i>	X	X	X
<i>Soutien de la haute direction</i>	X	X	X
<i>Volume de données disponibles</i>		X	X
Légende : A = Littérature académique en IA; P = Littérature professionnelle en IA			

Les cadres conceptuels de Stewart, Mohamed et Marosszeky (2004) et le TOE ont été de nouveau employés pour illustrer les barrières à l'implantation de l'IA provenant des experts. 7 barrières à l'implantation sont liées au contexte technologique et 7 autres au contexte organisationnel. Les barrières influencées par le contexte technologique se retrouvent en grande majorité au niveau du projet à l'exception de la barrière sur l'infrastructure TI qui se retrouve au niveau organisationnel.

L'infrastructure TI actuelle d'une organisation est parfois accompagnée de plusieurs contraintes lors de l'arrimage de nouvelles technologies à celle-ci. C'est pourquoi le contexte technologique ayant un impact sur l'implantation prend en considération les systèmes existants et non seulement la nouvelle technologie à planter. Parmi les facteurs contextuels environnementaux, on retrouve les deux dernières barrières du classement général, soit la maturité de l'environnement légal et les enjeux éthiques.

TABLEAU 5.2 - CATÉGORISATION DES BARRIÈRES

Niveau	Barrières	Contexte		
		Tech.	Org.	Env.
Industrie	Disponibilité des talents		X	
	Maturité de l'environnement légal			X
Organisation	Gestion du changement		X	
	Gouvernance des données		X	
	Infrastructure TI	X		
	Manque de vision stratégique		X	
	Résistance au changement		X	
Project	Compétence pour l'industrialisation	X		
	Données de qualité	X		
	Enjeux éthiques			X
	Incompréhension de l'aspect technique de l'IA	X		
	Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA	X		
	Retour sur investissement		X	
	Sécurité et confidentialité	X		
	Soutien de la haute direction		X	
	Volume de données disponibles	X		

Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA

On retrouve cette barrière au tout premier rang du classement général. Elle est décrite comme la difficulté des gestionnaires à saisir le potentiel d'affaires réel de l'IA, ainsi que ses limites. Le concept de compréhension de l'IA, de ses bénéfices et de son

utilisation a également été relevé dans la revue de la littérature. Il a été mentionné dans la littérature professionnelle par Goasduff (2019) et Andrews *et al.* (2018). Selon Goasduff (2019), plusieurs ne sont pas en mesure de comprendre les bénéfices générés par l'IA, ainsi que son utilisation dans un contexte d'affaires. Puisque ces bénéfices sont souvent difficilement quantifiables, cela cause un réel défi pour les organisations. La barrière « Incapacité à percevoir les bénéfices à court et long terme » est également mentionnée par Garg, Shukla et Kendall (2015) dans la liste commune de barrière à l'implantation. En ne comprenant pas le potentiel d'affaires de l'IA, il est difficile pour les organisations de bien saisir les bénéfices. C'est pourquoi il est possible de les associer. Elle peut être expliquée par la complexité de la technologie et l'arrivée de nouvelles techniques qui augmentent considérablement son potentiel. En ce qui concerne les positions relatives aux trois classes, chacune la positionne au troisième rang. C'est pourquoi il est possible de confirmer l'importance de cette barrière dans l'implantation de l'IA.

Données de qualité

Cette barrière se positionne au deuxième rang du classement général. Le concept de données de qualité est largement représenté dans la littérature portant sur l'IA. Rappelons que par données de qualité, on fait référence au manque de données présentant des degrés de précision, d'objectivité et de fiabilité suffisant pour créer des modèles de qualité. Dans la littérature académique, Wirtz, Weyerer et Geyer (2019) expliquent l'importance de cette barrière en affirmant qu'un système IA n'est pas plus intelligent que les données qui lui sont fournies pour son apprentissage. Faraj, Pachidi et Sayegh (2018) ajoutent que la précision des données impacte directement la performance d'un algorithme. Du côté de la littérature professionnelle, Goasduff (2019) et Andrews *et al.* (2018) ont également relevé cette barrière dans l'adoption de l'IA. Bien qu'elle n'est pas commune dans l'implantation des TI, la qualité des données s'avère aussi une barrière lors de l'implantation de GRC (Elmuti, Jia et Gray, 2009). La qualité des données occupe respectivement le quatrième, deuxième et cinquième rang pour les trois classes.

Soutien de la haute direction

Se classant au troisième rang, la littérature portant sur cette barrière est bien étayée. Le manque de support de la haute direction impacte négativement la mise en œuvre de l'IA, puisqu'il a un impact sur la rapidité des décisions et la priorité accordée au projet. Dans la littérature en TI, cette barrière est commune lors d'implantation de TI (Garg, Shukla et Kendall, 2015). Lorsque l'on parle de cette barrière, on fait aussi souvent référence au « manque d'engagement de la haute direction ». Tel que démontré dans la revue de la littérature, cette barrière survient notamment lors de l'implantation de PGI, de GRC et de l'infonuagique (Elmuti, Jia et Gray, 2009; Raut *et al.*, 2018; Saatçioğlu Ömür, 2009). Dans la littérature portant sur l'IA, Goasduff (2019), Andrews *et al.* (2018) et Ransbotham *et al.* (2017) révèlent qu'il s'agit d'une véritable barrière lors de l'implantation de l'IA. Elle peut se manifester par les dépenses limitées dans les projets d'IA et le manque d'intégration dans la stratégie d'affaires de l'organisation (Garg, Shukla et Kendall, 2015; Goasduff, 2019). Ransbotham *et al.* (2017) renchérissent que cette barrière survient fréquemment chez les organisations au comportement passif face à l'implantation de l'IA. La classe majoritaire #1 place cette barrière en deuxième position et le groupe 3 en première position. Surprenamment, le soutien de la haute direction se retrouve au 13^e rang pour la classe 2. Il y a un écart de 10 positions entre le classement général et celui de la classe 2 pour cette barrière. Malgré cet écart, on est en mesure de saisir l'importance de cette barrière lors de l'implantation de l'IA.

Manque de vision stratégique

Cette barrière, qui se positionne au quatrième rang, se traduit par de la difficulté dans la sélection de bons projets IA qui seront porteurs en termes de valeur pour l'organisation. La classe 1, qui est majoritaire, la place même au premier rang du classement. Elle est également positionnée au quatrième rang pour la classe 3. Pour la classe 2, il est étonnant de constater qu'elle se retrouve en dernière position. Dans la littérature portant sur les barrières à l'implantation de l'IA, Goasduff (2019) et Andrews *et al.* (2018) indiquent que la définition d'une stratégie dans le cadre d'un

projet IA est considérée comme un défi à surmonter. On peut déduire qu'un manque de vision dans l'élaboration d'une stratégie aura un impact négatif lors de l'implantation d'IA dans une organisation. Le concept de « vision » a été relevé dans la revue de la littérature. Le manque de vision et son ambiguïté sont également considérés comme des barrières lors de l'implantation de PGI et de GRC (Elmuti, Jia et Gray, 2009; Saatçioğlu Ömür, 2009).

Disponibilité des talents

Cette barrière, qui fait référence à la difficulté à trouver des talents à l'interne comme à l'externe, se classe au cinquième rang du classement général. Les trois classes la placent respectivement au 8^e, 5^e et 6^e rang. « La croissance rapide de l'IA est accompagnée par un besoin de spécialistes et d'experts avec des habiletés pertinentes pour supporter et promouvoir le développement de l'IA » (Wirtz, Weyerer et Geyer, 2019 : 602, traduction libre). Attirer, retenir et développer des talents en IA représentent une barrière de taille lors de l'implantation d'une telle technologie, et ce particulièrement pour les organisations pionnières (Ransbotham *et al.*, 2017). Goasduff (2019) et Andrews *et al.* (2018) ont également relevé que le manque de personnels possédant les habiletés nécessaires pour la mise en œuvre d'IA freine son adoption. Devant la forte croissance de l'IA, la demande pour des experts en IA a elle aussi augmenté de manière exponentielle au cours des dernières années (Wirtz, Weyerer et Geyer, 2019). Cependant, le manque de spécialistes et d'experts représente un défi de taille lors de l'implantation d'IA et l'impacte négativement (Wirtz, Weyerer et Geyer, 2019). Dans la littérature en TI, le manque d'expertise technique est également considéré comme une barrière à l'implantation commune (Garg, Shukla et Kendall, 2015). Le manque de personnel qualifié lors de l'implantation d'un PGI représente aussi une barrière (Saatçioğlu Ömür, 2009).

L'incompréhension du potentiel d'affaires et les données de qualité se retrouvent chacune parmi les 5 barrières les plus importantes pour chaque groupe. Les barrières portant sur le soutien de la haute direction et le manque de vision de stratégie se

retrouvent également dans le haut du classement pour les classes 1 et 3. La classe 2 les place quant à elle en fin de peloton. Malgré tout, lorsque l'on s'intéresse aux rangs moyens du classement général, on constate que l'écart entre ces quatre barrières est faible, et ce particulièrement pour les barrières 2,3 et 4.

5.3 – DISCUSSION

La discussion est orientée sur trois thèmes, soit la présence de barrières à l'implantation générales, les données et les compétences requises pour l'implantation d'IA (voir tableau 5.3). Les résultats de cette étude nous ont permis de distinguer ceux-ci sans difficulté. C'est pourquoi nous délaisserons en partie les cadres conceptuels explorés précédemment, tels que le TOE et celui de Stewart, Mohamed et Marosszeky (2004), pour mettre davantage d'emphasis sur ces thèmes qui transparaissent nettement des résultats.

TABLEAU 5.3 - SOMMAIRE DE LA DISCUSSION

Thèmes	Barrières	Position	Lit. TI	Lit. IA
<i>Barrières à l'implantation générales</i>	Soutien de la haute direction	3	X	X
	Manque de vision stratégique	4	X	X
	Disponibilité des talents	5	X	X
	Retour sur investissement	6	X	X
	Gestion du changement	14	X	X
	Résistance au changement	11	X	X
	Infrastructure TI	13	X	X
<i>Enjeux liés aux données</i>	Données de qualité	2	X	X
	Volume de données disponibles	9		X
	Gouvernance des données	10		X
	Sécurité et confidentialité	12	X	X
	Maturité de l'environnement légal	15		X
	Enjeux éthiques	16		X
<i>Compétences liées à l'IA</i>	Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA	1		X
	Incompréhension de l'aspect technique de l'IA	8		X
	Compétence pour l'industrialisation	7		

5.3.1 - BARRIÈRES À L'IMPLANTATION GÉNÉRALES

La réalisation de la revue de la littérature a permis de relever un certain nombre de barrières à l'implantation générales, c'est-à-dire des barrières qui sont communes à l'implantation de différentes technologies. Parmi les 16 barrières identifiées par les panellistes, 9 d'entre elles ont été identifiées précédemment au chapitre 2. De plus, 4 de ces barrières générales font partie des 6 barrières à l'implantation de l'IA les plus importantes selon les experts.

Le soutien de la haute direction, qui se retrouve au 3e rang du classement général, illustre bien cette situation. Dans la revue de la littérature, nous avons vu que cette

barrière est commune à plusieurs types d'implantation (Garg, Shukla et Kendall, 2015). Elle s'inscrit aussi comme une barrière à l'implantation pour les PGI, les GRC et l'infonuagique (Elmuti, Jia et Gray, 2009; Raut *et al.*, 2018; Saatçioğlu Ömür, 2009). Malgré le fait que ces technologies s'échelonnent sur différentes décennies, cette barrière persiste dans le temps et demeure toujours d'actualité lors de l'implantation d'IA. Puisque le soutien de la haute direction est essentiel pour réussir une implantation de TI, cette barrière se doit d'être convenablement adressée (Garg, Shukla et Kendall, 2015; Liang *et al.*, 2007). Sa récurrence prouve néanmoins qu'il reste du travail à accomplir pour le faire efficacement.

Le manque de vision stratégique, la disponibilité des talents et le retour sur investissement, qui se classent respectivement aux 4^e, 5^e et 6^e rangs, affichent cette même récurrence. En plus de son impact négatif sur l'implantation de technologies lors d'ambiguïté ou d'absence, la vision stratégique est étroitement liée aux concepts de « readiness » et de changement. En effet, Paré *et al.* (2011) ont conclu que la clarté de la vision est un déterminant significatif à la volonté de changement lors de certaines implantations. Elle serait également reliée à une gestion du changement réussie, une autre barrière identifiée par les experts (Paré *et al.*, 2011). Implicitement, on peut suggérer qu'un manque de vision stratégique aurait un impact sur la résistance au changement, qui a aussi été identifiée comme une barrière à l'implantation de l'IA.

La disponibilité des talents fait face à un enjeu qui permet d'expliquer sa présence répétée dans le cadre de l'implantation de plusieurs technologies. Étant donné que les technologies implantées sont souvent relativement récentes, la mise en œuvre de ces innovations demande de nouvelles compétences qui sont propres à celles-ci. Par exemple, des compétences en lien avec les données sont nécessaires lors de l'implantation d'IA, ce qui n'est pas nécessairement le cas pour l'implantation d'autres technologies. Ces compétences seront adressées à la section 5.3.3.

Le retour sur investissement est lui aussi bien représenté dans la littérature à titre de barrière générique à l'implantation des TI (Garg, Shukla et Kendall, 2015). Lors d'entrevues de suivi avec certains membres du panel, ces derniers ont associé cette barrière à la difficulté à chiffrer les gains provenant de l'implantation d'IA. Puisque les bénéfices provenant de l'IA ne sont pas toujours quantifiables en termes d'argent, certains gestionnaires saisissent mal comment l'implantation d'IA permettra de générer des bénéfices. Lors de l'automatisation de processus, le gain en productivité est facilement chiffrable. Ce n'est pas nécessairement le cas lors d'usage en marketing pour segmenter la clientèle par exemple.

5.3.2 - ENJEUX LIÉS AUX DONNÉES

Les données et la façon de les utiliser sont les assises du développement et de la mise en place de capacités IA. Le fait que 4 des 16 barrières identifiées par les experts soient directement reliées aux données permet d'appuyer cette métaphore. Cette étude met en lumière le rôle des données et son impact lors de l'implantation de l'IA. Les résultats de l'étude permettent de distinguer deux capacités en lien avec les données, soit l'acquisition et la gouvernance. C'est le manque ou l'absence de ces capacités qui aura un impact sur la manifestation de certaines barrières à l'IA.

La capacité d'acquisition des données fait référence aux compétences d'une organisation pour recueillir un nombre suffisant de données de qualité pour être en mesure de développer et d'implanter de l'IA. Comme l'a souligné le panel, les notions de quantité et de qualité, quoiqu'étroitement liées, sont indépendantes et doivent être toutes les deux traitées pour développer des capacités IA. Les résultats de l'étude démontrent que la qualité des données a préséance sur la quantité. Les résultats sont cohérents avec la recherche antérieure stipulant que l'importance n'est pas la donnée elle-même, mais plutôt comment elle peut être utile et avoir de la valeur pour une organisation (Grover *et al.*, 2018). Se classant au 2^e rang général et parmi les 5 premières positions pour chacune des classes, la barrière *Données de qualité* illustre bien que les organisations éprouvent de la difficulté à obtenir un niveau respectable

de qualité pour leurs données. Lors d'une entrevue de suivi, un participant qui occupe le rôle de consultant a mentionné que cette situation était particulièrement fréquente lorsque les organisations utilisent des vieux systèmes qui ne permettent pas d'obtenir un niveau de granularité appréciable ou lorsqu'il n'y a pas d'uniformité entre les systèmes. C'est le cas, par exemple, lorsqu'une organisation croît en acquérant des compagnies et que chacune utilise des systèmes différents. Puisque le niveau de granularité des données se retrouve souvent différent d'un système à l'autre, cela limite l'utilisation de certaines données et il faut parfois sacrifier de l'information pour être en mesure d'utiliser les données disponibles. Également considéré comme une barrière à l'implantation de l'IA, le volume de données disponible se classe au 9^e rang général. Curieusement, la classe #2 positionne cette barrière au tout premier rang, ce qui n'est pas cohérent avec les autres classes. Cet écart peut s'expliquer par le niveau d'expérience avec l'IA que possèdent les panellistes de la classe #2. En effet, cette classe possède le moins d'expérience avec cette technologie. Les participants avec le moins d'expérience ont tendance à attribuer plus d'importance au *Volume de données disponibles* que ceux qui ont plus d'expérience.

La deuxième capacité porte sur la gouvernance des données. Grover *et al.* (2018) indiquent que la gouvernance des données fait référence à la gestion de la disponibilité, de l'utilisabilité, l'intégrité et la sécurité des données. Les experts ont distingué deux barrières en lien avec cette compétence, soit la *Gouvernance des données* et la *Sécurité et confidentialité*. Elles se trouvent respectivement aux 10^e et 12^e rangs du classement général. À noter que dans le cadre de cette étude, la barrière *Sécurité et confidentialité* s'inscrit au niveau des données et des modèles utilisés dans le développement d'IA. Cette compétence est cohérente avec la littérature antérieure qui avancent que la gouvernance des données influence les habiletés d'une organisation à générer de la valeur provenant de celles-ci (Grover *et al.*, 2018).

Finalement, bien qu'elles ne fassent pas partie des compétences décrites ci-dessus, les barrières *Maturité de l'environnement légal* et *Enjeux éthiques*, ont une influence sur le choix des données que peut utiliser une organisation dans l'élaboration de systèmes IA. Initialement regroupées au sein d'une seule barrière, elles furent séparées en deux barrières distinctes lors de l'étape de validation des barrières. Étonnamment, elles se retrouvent toutes deux au fond du classement général, ainsi que dans les 5 dernières positions pour chacune des classes. Cela peut s'expliquer par la provenance des experts. Plusieurs des répondants travaillent ou ont travaillé en Europe au cours des dernières années. C'est pourquoi lors de la phase de validation, certains commentaires provenant d'experts mentionnaient qu'en Europe, la législation concernant l'utilisation des données, tel le *Règlement général sur la protection des données (RGPD)*, est clairement définie et que la maturité de l'environnement légal n'est pas une barrière à l'implantation de l'IA. Pour répondre à ces commentaires, nous avons modifié la description afin de spécifier que cette situation ne s'applique pas dans tous les pays. Dans une entrevue de suivi, un panelliste a relevé que l'absence de législation au Canada concernant l'utilisation des données peut parfois être un véritable casse-tête pour le développement d'IA. Puisque les compagnies adaptent leur stratégie en matière d'IA à la régulation actuelle ou future, la présence de zone grise et l'incertitude quant aux possibles lois futures nuisent au développement et à l'implantation de l'IA dans les organisations.

5.3.3 - COMPÉTENCES LIÉES À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'implantation d'IA dans une organisation demande un vaste éventail de compétences pour y arriver. Comme en témoignent les résultats, 4 barrières se classant parmi les 8 premières portent sur les différentes compétences nécessaires à la mise en place d'IA.

Au niveau des gestionnaires, on retrouve la barrière nommée *Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA*. L'importance de maîtriser cette compétence est indéniable, puisqu'elle se retrouve au sommet du classement général. Ce résultat est

cohérent avec l'étude de Ransbotham *et al.* (2017) qui propose un lien entre la compréhension et l'adoption de l'IA. Plusieurs gestionnaires œuvrant au sein d'organisations qui trainent dans l'adoption d'IA affirment n'avoir que certaines connaissances de base sur le fonctionnement de cette technologie (Ransbotham *et al.*, 2017). Afin de pallier le manque au niveau de cette compétence, ces derniers proposent aux gestionnaires de suivre de la formation d'introduction à l'IA. Il semble que l'implantation d'IA ne fait pas exception à la théorie qui dit que l'implantation d'une innovation est davantage un succès lorsque les gestionnaires la comprennent mieux et saisissent ses bénéfices (Armstrong et Sambamurthy, 1999).

Il est aussi essentiel de posséder un fort bagage de connaissances techniques. Se retrouvant au 8^e rang du classement général, la barrière *Incompréhension de l'aspect technique de l'IA* appuie l'importance de cette compétence. Les compétences techniques sont souvent en lien avec l'utilisation et la transformation de données ou de modèles. Elles font souvent référence aux connaissances liées aux professions d'ingénieur et de scientifique de données. L'insuffisance de disponibilité de ces types de talents, autant à l'interne qu'à l'externe, est un défi de taille pour les organisations qui souhaitent implanter de l'IA. Du haut du 5^e rang général, cette barrière peut s'expliquer par l'engouement des organisations envers cette technologie. En effet, la demande pour ce genre de compétences techniques connaît une augmentation au courant des dernières années (Ransbotham *et al.*, 2017; Wirtz, Weyerer et Geyer, 2019). Cependant, même si le nombre d'experts qui possèdent ces compétences est lui aussi en augmentation, il ne croît pas assez vite pour répondre à la demande (Ransbotham *et al.*, 2017; Wirtz, Weyerer et Geyer, 2019). La formation pratique en milieu de travail, la formation formelle, l'embauche de personnes provenant d'autres organisations et l'embauche de finissants universitaires sont les solutions privilégiées par les organisations pionnières dans l'utilisation de l'IA (Ransbotham *et al.*, 2017). Ces pistes de solutions pourraient permettre de répondre adéquatement au manque de connaissances techniques qui freine l'implantation de l'IA.

Finalement, l'étude a permis d'identifier une nouvelle compétence qui n'avait pas été relevée dans la revue de la littérature. La *Compétence pour l'industrialisation*, qui se positionne au 7^e rang général, se distingue des compétences associées aux données et aux modèles selon les panellistes. Elle réfère plutôt à comment on peut prendre une POC pour la mettre en production, afin qu'elle puisse s'intégrer aux opérations quotidiennes de l'organisation. Les entrevues de suivi ont permis de mieux comprendre la nouveauté de cette compétence. Selon certains participants, il y a eu une forte amélioration des capacités en IA de la part des organisations. Il n'y a pas si longtemps, le défi pour les organisations était de créer des POC fonctionnelles. Désormais, les organisations maîtrisent bien la réalisation de ces POC. Le nouvel enjeu d'industrialisation, qui suit logiquement la réalisation d'une POC, se retrouve maintenant au cœur des préoccupations organisationnelles en matière d'IA. L'évolution des capacités organisationnelles relatives à l'IA met en lumière l'importance de nouvelles compétences, comme c'est le cas pour celle liée à l'industrialisation.

CHAPITRE 6 - CONCLUSION

Ce chapitre propose un rappel des questions de recherche et des objectifs. Nous reviendrons également sur la méthodologie utilisée et sur les principaux résultats. Ensuite, nous expliquerons les contributions, les limites, ainsi que les implications pour les recherches futures qui s'intéresseront à l'implantation de l'IA. Nous terminerons avec les contributions pratiques.

6.1 - RAPPEL DES QUESTIONS DE RECHERCHE ET DES OBJECTIFS

Les questions de recherche de ce mémoire sont :

- 1) *Quelles sont les barrières à l'implantation de l'IA dans les organisations?*
- 2) *Quelle est l'importance relative de chacune de ces barrières par rapport aux autres?*

Pour y répondre, nous avons identifié une série d'objectifs à atteindre. Les objectifs étaient :

1. Identifier les barrières potentielles à l'implantation de l'IA à travers la réalisation d'une revue de la littérature
2. Dresser une liste de barrières à l'implantation de l'IA par le biais d'une étude Delphi
3. Ordonner les barrières provenant de l'étude Delphi selon leur importance relative
4. Comparer les barrières à l'implantation de l'IA identifiées avec celles relevées dans la revue de la littérature

6.2 - RAPPEL DE LA DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

Une approche qualitative, plus précisément une méthodologie Delphi, a été adoptée afin de répondre aux questions de recherche, ainsi qu'aux objectifs de ce mémoire.

La réalisation de la revue de la littérature a permis de dresser une première liste de barrières potentielles à l'implantation de l'IA. Ensuite, 26 experts en IA ont été sollicités dans le cadre de l'étude Delphi pour dresser une deuxième liste de barrières à l'implantation de l'IA entièrement basée sur leurs connaissances et leurs expériences. Ils ont aussi été appelés à ordonner les barrières de cette dernière liste selon leur importance. Finalement, la liste priorisée provenant de 18 des 26 experts initialement recrutés a été validée et comparée à celle provenant de notre analyse de la littérature.

6.3 - PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cette étude démontre que plusieurs barrières à l'implantation sont uniques à l'IA. C'est le cas notamment pour l'éventail des compétences nécessaires à l'implantation de l'IA qui fait référence aux barrières *Compétence pour l'industrialisation*, *Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA* et *Incompréhension de l'aspect technique de l'IA*. Cette étude montre également que la nature de l'IA, particulièrement sa dépendance aux données, crée des barrières spécifiques à son implantation. Les barrières *Volume de données disponibles*, *Données de qualités*, *Gouvernance de données* et *Sécurité et confidentialité* représentent bien cette réalité. Les résultats de cette étude montrent que certaines barrières à l'implantation des TI, quoique très bien documentées, demeurent toujours des enjeux lors de l'implantation de l'IA.

L'analyse de la liste ordonnée des barrières à l'implantation de l'IA permet de tirer certains constats. Le premier concerne l'importance des barrières générales à l'implantation des TI lors de l'implantation d'IA. En effet, on retrouve quatre de ces barrières parmi les six barrières les plus importantes selon le panel. Même si elles sont largement connues, on constate qu'il reste du travail à faire pour les surmonter efficacement. Deuxièmement, les barrières en lien avec l'environnement externe d'une organisation, soit la *Maturité de l'environnement légal* et les *Enjeux éthiques*, se retrouvent aux derniers rangs du classement. Puisque les organisations sont

dépendantes de leur environnement externe, elles peuvent difficilement avoir un impact sur la barrière en soi. Elles devront plutôt développer des stratégies à l'interne pour les adresser et mitiger leurs impacts. Heureusement, ces barrières sont les moins importantes des barrières identifiées, selon les experts. Troisièmement, la barrière *Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA* représente la plus importante barrière à surmonter lors de l'implantation de l'IA. Puisque les gestionnaires ne sont pas en mesure de comprendre comment l'IA peut être utilisée dans leur organisation pour générer des bénéfices, cela retarde, voire même empêche le développement de ces nouvelles initiatives.

6.4 – CONTRIBUTIONS À LA RECHERCHE ET LIMITES

Cette étude offre trois contributions scientifiques. Premièrement, elle est l'une des seules qui se concentrent sur l'élaboration d'une liste de barrières à l'implantation de l'IA. Bien que certaines barrières soient mentionnées dans la littérature académique et professionnelle (e.g. Goasduff, 2019), aucune étude ne démontre qu'elles ont été validées par des experts en utilisant une méthodologie clairement définie. Deuxièmement, l'ordonnancement des barrières présentes dans la liste est aussi une contribution à la recherche dans le domaine. En associant un niveau d'importance aux barrières, les chercheurs pourront se concentrer sur les barrières qui ont un plus grand impact dans un projet d'implantation d'IA et, par le fait même, tenter d'identifier des pistes de solution ou des stratégies de mitigation de risque par exemple. Troisièmement, notre étude a permis d'identifier une nouvelle barrière, soit la *Compétence pour l'industrialisation*, qui est absente, autant dans la littérature en TI que dans celle en IA.

Cette étude comporte deux principales limites. La première repose dans le fondement même de la méthodologie Delphi à laquelle nous avons eu recours. En effet, les résultats sont basés sur les avis d'un nombre limité d'experts. Également, puisque les experts proviennent majoritairement de la province de Québec et de la France, les résultats peuvent ne pas être totalement généralisables à tous les pays et

contextes. Néanmoins, le fait d'avoir suivi les meilleures pratiques pour la conduite d'une étude Delphi (Paré *et al.*, 2013) permet d'assurer que les résultats que nous avons obtenus répondent aux critères de rigueur scientifique requis pour la conduite d'une telle étude. La deuxième limite est que nous n'avons pas obtenu un fort niveau de consensus parmi tous les participants. Étant donné que le domaine exploré est très dynamique et que les profils constituant le panel étaient variés, le niveau de consensus obtenu reste quand même satisfaisant. De plus, la classification des participants et l'obtention d'un consensus au niveau de la majorité permettent tout de même d'extraire certaines tendances et d'apporter une meilleure compréhension sur le phénomène.

La recherche future pourra s'intéresser plus en profondeur à la nouvelle barrière *Compétence pour l'industrialisation* afin de mieux comprendre sa nature et les enjeux liés à celle-ci. Il serait aussi intéressant de comprendre l'interrelation entre les barrières identifiées dans la liste. Plus précisément, comment l'incompréhension de l'IA impacte-t-elle les autres barrières. Par ailleurs, la recherche pourrait s'intéresser sur le lien entre les barrières et les différentes phases du processus d'implantation, afin de connaître quelles barrières sont importantes à quel moment du processus. Finalement, la littérature suggère comment surmonter certaines barrières présentes dans la liste (Ransbotham *et al.*, 2017). Ces suggestions pourraient être vérifiées de manière empirique pour développer une théorie sur les facteurs qui favorisent et inhibent l'implantation de l'IA dans une organisation.

6.5 – CONTRIBUTIONS À LA PRATIQUE

Bien qu'exploratoire, ce mémoire contribue de différentes façons pour soutenir et faciliter le travail des praticiens lors de l'implantation d'IA dans une organisation. Tout d'abord, la liste ordonnée de barrières à l'implantation de l'IA résultant de cette étude est une contribution en soi. Concrètement, elle permettra aux gestionnaires de mieux comprendre les barrières potentielles à surmonter lors de l'implantation de l'IA. Cette meilleure compréhension favorisera la mise en place de stratégies pour les adresser

et, ultimement, réussir l'implantation d'IA. De plus, en connaissant l'importance relative de ces barrières, les gestionnaires seront en mesure d'identifier quelles barrières doivent être considérées comme une priorité dans le cadre d'une implantation. Par le fait même, cela permettra une meilleure allocation des ressources pour minimiser, voire même enrayer, les conséquences indésirables liées à ces barrières.

Deuxièmement, les résultats de cette étude mettent l'accent sur l'importance de la compréhension des gestionnaires à l'égard de l'IA. Même si la volonté des gestionnaires d'utiliser de l'IA est forte (Targeted News Service, 2018), le manque de compréhension à savoir comment et pourquoi l'utiliser représente la barrière la plus importante à surmonter dans le cadre de l'implantation. En comprenant l'impact de ce manque de compréhension sur l'implantation de l'IA, les gestionnaires pourront trouver des moyens de le combler et d'acquérir des connaissances dans le domaine.

Finalement, cette étude permet de mettre en lumière un éventail de nouvelles capacités organisationnelles et de compétences individuelles essentielles pour réussir ce genre de projet. Ces capacités, comme la gouvernance des données par exemple, se doivent d'être développées et constamment améliorées pour répondre aux besoins de l'IA qui évoluent rapidement. Au niveau de compétences individuelles, les organisations devraient regarder au-delà des compétences en ingénierie et science des données pour acquérir et développer les compétences nécessaires à l'industrialisation de l'IA.

BIBLIOGRAPHIE

- Andrews, Whit, Tracy Tsai, Arup Roy et Balaji Abbabatulla (2018). « Overcome obstacles to your ai projects », *Gartner*
- Armstrong, Curtis P et Vallabh Sambamurthy (1999). « Information technology assimilation in firms: The influence of senior leadership and it infrastructures », *Information systems research*, vol. 10, no 4, p. 304-327.
- Attewell, Paul (1992). « Technology diffusion and organizational learning: The case of business computing », *Organization Science*, vol. 3, no 1, p. 1-19.
- Bahrammirzaee, Arash (2010). « A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: Artificial neural networks, expert system and hybrid intelligent systems », *Neural Computing and Applications*, vol. 19, no 8, p. 1165-1195.
- Baker, Jeff (2012). « The technology–organization–environment framework », dans *Information systems theory*, Springer, p. 231-245.
- Batra, Gaurav, Andrea Queirolo et Nick Santhanam (2018). « Artificial intelligence: The time to act is now », *McKinsey, January*.
- Bergstein, Brian (2019). « Can ai pass the smell test? », *MIT Technology Review*, vol. 122, no 2, p. 82-86.
- Bertot, John, Elsa Estevez et Tomasz Janowski (2016). « Universal and contextualized public services: Digital public service innovation framework », *Government Information Quarterly*, vol. 33, no 2, p. 211-222.
- Bilgihan, Anil, Fevzi Okumus, Khaldoon Nusair et Cihan Cobanoglu (2011). « Barriers to information technology change project in hotels ».
- Bizarro, Pascal A. et Margaret Dorian (2017). « Artificial intelligence: The future of auditing », *Internal Auditing*, vol. 32, no 5, p. 21-26.
- Broda, Eric (2019). « The most difficult part about ai/machine learning pccurs after the model is created », *TowardsDataScience*.
- Brunette, E. S., R. C. Flemmer et C. L. Flemmer (2009). « A review of artificial intelligence », communication présentée au *2009 4th International Conference on Autonomous Robots and Agents*, 10-12 Feb. 2009,
- Brynjolfsson, Erik (2018). « Machine learning will be the engine of global growth », *FT.com*.
- Brynjolfsson, Erik, Daniel Rock et Chad Syverson (2018). « Unpacking the ai-productivity paradox ».
- Bughin, Jacques, Jeongmin Seong, James Manyika, Michael Chui et Raoul Joshi (2018). « Notes from the ai frontier: Modeling the impact of ai on the world economy », *McKinsey Global Institute*.
- Čerka, Paulius, Jurgita Grigienė et Gintarė Sirbikytė (2017). « Is it possible to grant legal personality to artificial intelligence software systems? », *Computer Law & Security Review*, vol. 33, no 5, p. 685-699.
- Charlin, Laurent (2017). « L'intelligence artificielle future mine d'or pour les entreprises/artificial intelligence future golden mine for enterprises », *Gestion*, vol. 42, no 1, p. 76-79.
- Chau, Patrick YK et Kar Yan Tam (1997). « Factors affecting the adoption of open systems: An exploratory study », *MIS quarterly*, p. 1-24.
- Choudhary, Farhan; et Alexander Linden (2020). « Innovation tech insight for deep learning », *Gartner*.

- Dastin, Jeffrey (2018). « Amazon scraps secret ai recruiting tool that showed bias against women », *San Fransico, CA: Reuters. Retrieved on October*, vol. 9, p. 2018.
- Delbecq, Andre L, Andrew H Van de Ven et David H Gustafson (1975). « Group techniques for program planning: A guide to nominal group and delphi processes ».
- Dey, Ayon (2016). « Machine learning algorithms: A review », *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, vol. 7, no 3, p. 1174-1179.
- Elmuti, Dean, Heather Jia et Dane Gray (2009). « Customer relationship management strategic application and organizational effectiveness: An empirical investigation », *Journal of Strategic Marketing*, vol. 17, no 1, p. 75-96.
- Esteva, Andre, Brett Kuprel, Roberto A. Novoa, Justin Ko, Susan M. Swetter, Helen M. Blau, et al. (2017). « Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks », *Nature*, vol. 542, no 7639, p. 115-118G.
- Faraj, Samer, Stella Pachidi et Karla Sayegh (2018). « Working and organizing in the age of the learning algorithm », *Information and Organization*, vol. 28, no 1, p. 62-70.
- Fletcher, K. et G. Wright (1995). « Organizational, strategic and technical barriers to successful implementation of database marketing », *INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION MANAGEMENT*, vol. 15, no 2, p. 115-126.
- Fui-Hoon Nah, Fiona, Janet Lee-Shang Lau et Jinghua Kuang (2001). « Critical factors for successful implementation of enterprise systems », *Business Process Management Journal*, vol. 7, no 3, p. 285-296.
- Gai, K. et S. Li (2012). « Towards cloud computing: A literature review on cloud computing and its development trends », communication présentée au *2012 Fourth International Conference on Multimedia Information Networking and Security*, 2-4 Nov. 2012,
- Garg, Anchal, Balvinder Shukla et Graham Kendall (2015). « Barriers to implementation of it in educational institutions », *The International Journal of Information and Learning Technology*, vol. 32, no 2, p. 94-108.
- Girouard, David (2007). « Vers une meilleure compréhension du risque associé aux projets d'implantation de systèmes d'information cliniques », no Book, Whole.
- Goasduff, Laurence (2019). *3 barriers to ai adoption*. Récupéré de <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-barriers-to-ai-adoption/>
- Greiner, Rüdiger (2009). « Skin cancer: New markers for better prevention », *Pathobiology*, vol. 76, no 2, p. 64-81.
- Grover, Varun, Roger HL Chiang, Ting-Peng Liang et Dongsong Zhang (2018). « Creating strategic business value from big data analytics: A research framework », *Journal of Management Information Systems*, vol. 35, no 2, p. 388-423.
- Gupta, Amit (2018). « Introduction to deep learning: Part 1 », *Chemical Engineering Progress*, vol. 114, no 6, p. 22-29.
- Gupta, Uma et Robert Clarke (1996). « Theory and applications of the delphi technique: A bibliography (1975–1994) », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 53, no 2, p. 185-211.
- Hajek, Petr, Vladimir Olej et Renata Myskova (2014). « Forecasting corporate financial performance using sentiment in annual reports for stakeholders' decision-making », *Technological and Economic Development of Economy*, vol. 20, no 4, p. 721-738.
- Investissement Québec (2020). *Montréal, centre mondial de l'intelligence artificielle*. Récupéré le 08-26 2020 de <https://www.investquebec.com/international/fr/secteurs-activite->

economie/technologies-information-communications/Montreal-centre-mondial-de-l-intelligence-artificielle.html

- Janis, Blair (2014). « How technology is changing the practice of law », *GPSolo*, vol. 31, no 3, p. 10-13.
- Kamhawi Emad, M. (2008). « Enterprise resource-planning systems adoption in Bahrain: Motives, benefits, and barriers », *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 21, no 3, p. 310-334.
- Khaparde, Vijay M (2012). « Barriers of ERP while implementing ERP: A literature review », *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, vol. 3, no 6, p. 49-91.
- Kiadehi, Elias Fathi et Shahriar Mohammadi (2012). « Cloud ERP: Implementation of enterprise resource planning using cloud computing technology », *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, vol. 2, no 11, p. 11422-11427.
- Levy, Margi, Philip Powell et Les Worrall (2005). « Strategic intent and e-business in SMEs: Enablers and inhibitors », *Information Resources Management Journal*, vol. 18, no 4, p. 1-20.
- Liang, Huigang, Nilesh Saraf, Qing Hu et Yajiong Xue (2007). « Assimilation of enterprise systems: The effect of institutional pressures and the mediating role of top management », *MIS Quarterly*, vol. 31, no 1, p. 59-87.
- Linstone, Harold A et Devendra Sahal (1976). *Technological substitution: Forecasting techniques and applications*, Elsevier Publishing Company.
- Linstone, Harold A et Murray Turoff (1975). *The Delphi method*, Addison-Wesley Reading, MA.
- Loebbecke, Claudia et Arnold Picot (2015). « Reflections on societal and business model transformation arising from digitization and big data analytics: A research agenda », *Journal of Strategic Information Systems*, vol. 24, no 3, p. 149-157.
- Manyika, James, Susan Lund, Michael Chui, Jacques Bughin, Jonathan Woetzel, Parul Batra, et al. (2017). « Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation », *McKinsey Global Institute*.
- Meskovic, Elvis, Megan Garrison, Said Ghezal et Yining Chen (2018). « Artificial intelligence: Trends in business and implications for the accounting profession », *Internal Auditing*, vol. 33, no 3, p. 5-11.
- Nascimento, Alexandre, Eusebio Scornavacca, Vinicius Melo, Maria Alexandra Cunha et Fernando Meirelles (2018). *References - "a literature analysis of research on artificial intelligence in management information system (mis)"*.
- NASDAQ OMX's News (2020). *Artificial intelligence market size, share & trends analysis report by solution, by technology, by end use, by region and segment forecasts, 2020 - 2027*, New York. Récupéré de <http://proxy2.hec.ca/login?url=https://search.proquest.com/docview/2430617491?accountid=11357>
- http://kk9fd4ag5g.search.serialssolutions.com/directLink?&atitle=Artificial+Intelligence+Market+Size%2C+Share+%26amp%3B+Trends+Analysis+Report+By+Solution%2C+By+Technology%2C+By+End+Use%2C+By+Region+And+Segment+Forecasts%2C+2020+-+2027&author=&issn=&title=NASDAQ+OMX%27s+News+Release+Distribution+Channel&volume=&issue=&date=2020-08-06&spage=&id=doi:&sid=ProQ_ss&genre=article

- Neff, Gina et Peter Nagy (2016). « Automation, algorithms, and politics| talking to bots: Symbiotic agency and the case of tay », *International Journal of Communication; Vol 10* (2016).
- Nguyen ThuyUyen, H., S. Sherif Joseph et Michael Newby (2007). « Strategies for successful crm implementation », *Information Management & Computer Security*, vol. 15, no 2, p. 102-115.
- Nimdzi Insights (2019). *Artificial intelligence, localization, winners, losers, heroes, spectators, and you*.
- Niu, Jiqiang, Wenwu Tang, Feng Xu, Xiaoyan Zhou et Yanan Song (2016). « Global research on artificial intelligence from 1990–2014: Spatially-explicit bibliometric analysis », *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 5, no 5, p. 66.
- Okoli, Chitu et Suzanne Pawlowski (2004). « The delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications », *Information & Management*, vol. 42, no 1, p. 15-29.
- Okumus, Fevzi, Anil Bilgihan, Ahmet Bulent Ozturk et Zhao Xinyuan (2017). « Identifying and overcoming barriers to deployment of information technology projects in hotels », *Journal of Organizational Change Management*, vol. 30, no 5, p. 744-766.
- Paré, Guy, Ann-Frances Cameron, Placide Poba-Nzaou et Mathieu Templier (2013). « A systematic assessment of rigor in information systems ranking-type delphi studies », *Information & Management*, vol. 50, no 5, p. 207.
- Paré, Guy, Claude Sicotte, Placide Poba-Nzaou et George Balouzakis (2011). « Clinicians' perceptions of organizational readiness for change in the context of clinical information system projects: Insights from two cross-sectional surveys », *Implementation Science*, vol. 6, no 1, p. 15.
- Poba-Nzaou, Placide, Nathalie Lemieux, Daniel Beaupré et Sylvestre Uwizeyemungu (2016). « Critical challenges associated with the adoption of social media: A delphi of a panel of canadian human resources managers », *Journal of Business Research*, vol. 69, no 10, p. 4011-4019.
- Poba-Nzaou, Placide et Louis Raymond (2011). « Managing erp system risk in smes: A multiple case study », *Journal of Information Technology*, vol. 26, no 3, p. 170-192.
- Prince, Jeneane Robertson (2006). *Future advanced technology for fostering creativity in virtual teams* [Ed.D.], Ann Arbor, University of La Verne, 272 p.
- Qiu, Xin Ying, Padmini Srinivasan et Yong Hu (2014). « Supervised learning models to predict firm performance with annual reports: An empirical study », *Journal of the Association for Information Science and Technology*, vol. 65, no 2, p. 400-413.
- Ransbotham, Sam, David Kiron, Philipp Gerbert et Martin Reeves (2017). « Reshaping business with artificial intelligence: Closing the gap between ambition and action », *MIT Sloan Management Review*, vol. 59, no 1, p. n/a-0.
- Raut, Rakesh, Pragati Priyadarshinee, Manoj Jha, Bhaskar B. Gardas et Sachin Kamble (2018). « Modeling the implementation barriers of cloud computing adoption », *Benchmarking*, vol. 25, no 8, p. 2760-2782.
- Riikinen, Mikko, Hannu Saarijärvi, Peter Sarlin et Ilkka Lähtenmäki (2018). « Using artificial intelligence to create value in insurance », *The International Journal of Bank Marketing*, vol. 36, no 6, p. 1145-1168.
- Saatçioğlu Ömür, Y. (2009). « What determines user satisfaction in erp projects: Benefits, barriers or risks? », *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 22, no 6, p. 690-708.

- Samnan, Ali, M. Amaad Uppal et Stephen R. Gulliver (2018). « A conceptual framework highlighting e-learning implementation barriers », *Information Technology & People*, vol. 31, no 1, p. 156-180.
- Sartori, Fabio, Alice Mazzucchelli et Angelo Di Gregorio (2016). « Bankruptcy forecasting using case-based reasoning: The creperie approach », *Expert Systems With Applications*, vol. 64, p. 400-411.
- Schmidt, Roy (1997). « Managing delphi surveys using nonparametric statistical techniques », *Decision Sciences*, vol. 28, no 3, p. 763-774.
- Schmidt, Roy, Kalle Lyytinen, Mark Keil et Paul Cule (2001). « Identifying software project risks: An international delphi study », *Journal of Management Information Systems*, vol. 17, no 4, p. 5-36.
- Shi, Zhong-zhi et Nan-ning Zheng (2006). « Progress and challenge of artificial intelligence », *Journal of Computer Science and Technology*, vol. 21, no 5, p. 810-822.
- Simon, Herbert A (1995). « Artificial intelligence: An empirical science », vol. 77, no 1, p. 95-127.
- Sousa, Wesley Gomes de, Elis Regina Pereira de Melo, Paulo Henrique De Souza Bermejo, Rafael Araújo Sousa Farias et Adalmir Oliveira Gomes (2019). « How and where is artificial intelligence in the public sector going? A literature review and research agenda », *Government Information Quarterly*, vol. 36, no 4, p. 101392.
- Sridharah, Srividya, Mike Gaultieri, J. P. Gownder, Craig Le Clair, Ian Jacobs et Andrew Hogan (2019). « Predictions 2020: Artificial intelligence » [Report], *Forrester Research, Inc.*
- Standish Group International (2015). « The chaos report », *United States of America*.
- Stewart, R. A., S. Mohamed et M. Marosszeky (2004). « An empirical investigation into the link between information technology implementation barriers and coping strategies in the australian construction industry », *Construction Innovation*, vol. 4, no 3, p. 155-171.
- Swanson, E Burton (1988). *Information system implementation: Bridging the gap between design and utilization*, McGraw-Hill/Irwin.
- Targeted News Service (2018). « Gartner says nearly half of cios are planning to deploy artificial intelligence », *Targeted News Service*.
- Trudel, Marie-Claude et Guy Paré (2004). « Les barrières à l'innovation technologique dans les hôpitaux: Étude du premier cas d'adoption du système pacs au québec », *Gestion*, vol. 29, no 1, p. 36-45.
- Tsai, Chih-Fong (2014). « Combining cluster analysis with classifier ensembles to predict financial distress », *Information Fusion*, vol. 16, p. 46-58.
- von der Gracht, Heiko A. (2012). « Consensus measurement in delphi studies: Review and implications for future quality assurance », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 79, no 8, p. 1525-1536.
- Webster, Jane et Richard T. Watson (2002). « Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review », *MIS Quarterly*, vol. 26, no 2, p. xiii-xxiii.
- Welling, Max (2011). « A first encounter with machine learning », *Irvine, CA.: University of California*, vol. 12.
- Wilhelm, William J %J Delta Pi Epsilon Journal (2001). « Alchemy of the oracle: The delphi technique », vol. 43, no 1, p. 6-26.
- Wirtz, Bernd W., Jan C. Weyerer et Carolin Geyer (2019). « Artificial intelligence and the public sector—applications and challenges », *International Journal of Public Administration*, vol. 42, no 7, p. 596-615.

Xu, Gordon et Jairo A. Gutiérrez (2006). « An exploratory study of killer applications and critical success factors in m-commerce », *Journal of Electronic Commerce in Organizations*, vol. 4, no 3, p. 63-79.

ANNEXES

Bonjour,

Je m'appelle Mathieu Bérubé, je suis étudiant à la M. Sc. en Technologies de l'information et mon superviseur de recherche est Gregory Vial, Professeur adjoint. Dans le cadre de la rédaction de mon mémoire de maîtrise, je mène une étude visant à identifier et ordonner les barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle au sein des organisations. Cette étude s'inscrit dans un projet de recherche visant à mieux comprendre les défis et changements liés à l'implantation de l'intelligence artificielle dans les organisations.

La méthodologie utilisée pour mon projet fait appel aux connaissances d'experts dans le domaine. Étant donnée votre expérience, nous aimerions savoir si vous seriez intéressé(e) à participer. L'étude consiste en trois rondes de questions étalées sur une période d'environ 3 mois. Chacun des questionnaires ne devrait pas prendre plus de 30 minutes. En acceptant de participer, les résultats de l'étude vous seront communiqués directement.

Vous pouvez répondre à ce courriel si vous désirez manifester votre intérêt à participer à ce projet ou si vous avez des questions. Le cas échéant, nous pourrions organiser une rencontre, à votre convenance, afin de vous fournir davantage d'informations concernant ce projet de recherche.

En vous remerciant de votre collaboration. Cordialement,

Mathieu Bérubé
Étudiant – M. Sc. en Technologies de l'information
HEC Montréal
mathieu.4.berube@hec.ca

ANNEXE 2 – DOCUMENT INFORMATIONNEL SUR L'ÉTUDE

Bonjour,

Je m'appelle Mathieu Bérubé, je suis étudiant à la M. Sc. en Technologies de l'information et mon superviseur de recherche est Gregory Vial, Professeur adjoint. Dans le cadre de la rédaction de mon mémoire de maîtrise, je mène une étude visant à identifier et ordonner les barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle au sein des organisations. Cette étude s'inscrit dans un projet de recherche visant à mieux comprendre les défis et changements liés à l'implantation de l'intelligence artificielle dans les organisations.

La méthodologie utilisée pour mon projet fait appel aux connaissances d'experts dans le domaine. L'étude, qui débutera en septembre 2019, se déroulera sur une période de plus ou moins trois mois et comportera trois phases. La première phase consiste à l'élaboration d'une liste exhaustive de barrières à l'implantation d'intelligence artificielle. Les candidats devront, via un questionnaire en ligne sécurisé, énumérer et définir l'ensemble des barrières qu'ils jugent pertinentes. Les candidats disposeront d'une période d'environ deux semaines pour réaliser cette tâche qui devrait durer approximativement 30 minutes. Une fois les questionnaires retournés, les réponses des candidats seront analysées et regroupées dans une liste.

La deuxième phase sert à valider la liste obtenue lors de la première phase. Les candidats devront s'assurer que leurs réponses sont bien représentées (pour les barrières et/ou définitions qui ont été reformulées). Ils devront également signaler les barrières qu'ils ne jugent pas pertinentes. Une période de deux semaines sera allouée pour la réalisation de cette étape. On estime que la réalisation de la tâche ne devrait pas prendre plus de 30 minutes. La résultante de cette étape consiste à une liste exhaustive de barrières à l'implantation d'intelligence artificielle validée par les experts.

La troisième phase consiste à ordonner chacune des barrières, soit de la plus importante à la moins importante. L'objectif est d'obtenir un consensus entre le panel d'experts. Encore une fois, les participants disposeront de deux semaines pour réaliser cette tâche. Lors de cette étape, s'il n'y a pas consensus, la liste sera retournée aux candidats pour répéter l'exercice. Afin de favoriser l'obtention d'un consensus, les items de la liste seront ordonnés en ordre d'importance avec les résultats obtenus lors de la dernière ronde. Les candidats disposeront encore une fois d'une période de deux semaines pour répondre aux questionnaires.

Une fois les réponses compilées et analysées, les résultats vous seront communiqués directement.

En vous remerciant de votre collaboration. Cordialement,

Mathieu Bérubé
Étudiant – M. Sc. en Technologies de l'information
HEC Montréal
mathieu.4.berube@hec.ca

ANNEXE 3 – BRAINSTORMING

COURRIEL DE DISTRIBUTION

Bonjour X,

J'aimerais vous remercier une fois de plus d'avoir accepté de participer à ce projet de recherche. Vous trouverez ci-dessous le lien pour le premier questionnaire de cette étude. Tel qu'expliqué précédemment, la première étape vise à développer une liste exhaustive de barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle dans les organisations. Nous vous demandons de remplir ce questionnaire et de le soumettre avant le **15 octobre 2019**. Si vous avez des questions, vous pouvez communiquer avec moi par téléphone ou par courriel aux coordonnées ci-dessous. Veuillez prévoir une période d'environ 30 minutes pour répondre à ce questionnaire.

Lien pour le questionnaire :

Adresse web du questionnaire

Merci de votre collaboration,

Mathieu Bérubé

Étudiant - M.Sc. en Transformation numérique des organisations

HEC Montréal



mathieu.4.berube@hec.ca

Les changements liés à l'implantation de l'intelligence artificielle dans les organisations

Vous trouverez dans les prochaines pages un questionnaire auquel nous vous invitons à répondre. Ce questionnaire a été développé dans le cadre du mémoire de Mathieu Bérubé, étudiant à la Maîtrise en Technologies de l'information à HEC Montréal supervisé par Grégory Vial, Professeur adjoint au département des Technologies de l'information à HEC Montréal.

Répondez sans hésitation aux questions incluses dans ce questionnaire, car ce sont vos premières impressions qui reflètent généralement le mieux votre pensée. Il n'y a pas de limite de temps pour répondre au questionnaire, bien que nous ayons estimé que cela devrait vous prendre environ 30 minutes.

Les renseignements recueillis resteront strictement confidentiels; ils ne seront utilisés que pour l'avancement des connaissances et la diffusion des résultats globaux dans des forums savants ou professionnels.

Le fournisseur de collecte de données en ligne s'engage à ne révéler aucune information personnelle (ou toute autre information relative aux participants de cette étude) à d'autres utilisateurs ou à tout autre tiers, à moins que le répondant consente expressément à une telle divulgation ou que celle-ci soit exigée par la loi.

Vous êtes complètement libre de refuser de participer à ce projet et vous pouvez décider en tout temps d'arrêter de répondre aux questions. Le fait de remplir ce questionnaire sera considéré comme votre consentement à participer à notre recherche et à l'utilisation des données recueillies dans ce questionnaire pour d'éventuelles recherches.

Si vous avez des questions concernant cette recherche, vous pouvez contacter le chercheur principal, Mathieu Bérubé, au numéro de téléphone ou à l'adresse de courriel indiqués ci-dessous.

Le comité d'éthique de la recherche de HEC Montréal a statué que la collecte de données liée à la présente étude satisfait aux normes éthiques en recherche auprès des êtres humains. Pour toute question en matière d'éthique, vous pouvez communiquer avec le secrétariat de ce comité au (514) 340-6051 ou par courriel à cer@hec.ca.

Merci de votre précieuse collaboration!

Mathieu Bérubé
Étudiant à la maîtrise
HEC Montréal
[REDACTED]
mathieu.4.berube@hec.ca

Gregory Vial
Professeur adjoint
HEC Montréal
514-340-1467
gregory.vial@hec.ca

Questionnaire #1

Nous vous remercions d'avoir accepté de participer à notre étude portant sur les barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle.

L'objectif de cette étude est d'identifier les barrières spécifiques à l'implantation d'intelligence artificielle afin de permettre une meilleure préparation face à ces obstacles futurs. Ultimement, le but est de permettre aux gestionnaires de ce type de projet d'être en mesure de mieux se positionner face à chacune d'elles, afin d'améliorer les chances que les projets de ce type génèrent de la valeur dans les organisations.

Tel qu'expliqué précédemment, la première étape vise à développer une liste exhaustive de barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle dans les organisations. Nous vous demandons de remplir le questionnaire suivant et de le soumettre avant le **15 octobre 2019**. Si vous avez des questions, vous pouvez communiquer avec Mathieu Bérubé à mathieu.4.berube@hec.ca.

Merci de votre collaboration!

QUESTIONNAIRE #1

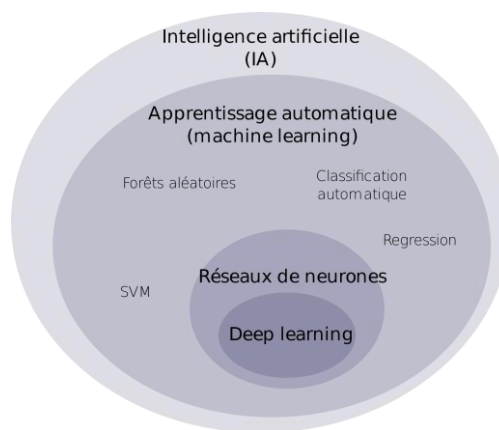
Question

D'après vous, quelles sont les barrières qui peuvent survenir lors de l'implantation de solutions d'intelligence artificielle dans une organisation?

Par implantation, on entend l'ensemble du processus, allant de l'initiation du projet jusqu'au déploiement complet de la solution.

Définition de l'intelligence artificielle

Pour les fins de cette étude, le terme intelligence artificielle sera utilisé à son sens le plus large, c'est-à-dire l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des systèmes capables de simuler l'intelligence humaine.



Directives

Vous pouvez ajouter autant de barrières que vous le désirez dans le tableau ci-dessous (l'ordre est sans importance). Pour chaque barrière identifiée, merci d'ajouter une description qui nous permettra de bien comprendre le sens et la pertinence que vous lui accordez.

Pour retirer une réponse, vous devez l'effacer manuellement.

Exemple de barrières à l'implantation

Par exemple, une barrière « coûts » pourrait être accompagnée d'une description indiquant que le coût d'un projet d'intelligence artificielle est plus élevé que celui de projets TI dits traditionnels

	Définition
Barrière 	
Barrière 	
Barrière 	
Barrière 	
Barrière 	
Barrière 	
Barrière 	
Barrière 	
Ajouter une barrière	

ANNEXE 4 – VALIDATION

COURRIEL DE DISTRIBUTION

Bonjour X,

Tout d’abord, nous aimerions vous remercier à nouveau d’avoir accepté de participer à notre étude portant sur l'identification des barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle.

Nous sommes maintenant rendus à la deuxième étape qui vise à valider la liste de barrières à l’implantation développée grâce aux réponses obtenues lors de la première étape à laquelle vous avez participé.

Nous vous demandons de compléter le questionnaire suivant, et de le soumettre une fois terminé. Le temps approximatif de cette étape est de 20 minutes. Le questionnaire doit être retourné avant le 15 novembre 2019. Si vous avez des questions, vous pouvez communiquer avec Mathieu Bérubé à mathieu.4.berube@hec.ca.

Cliquez sur ce lien pour accéder à l'enquête :

[Adresse Web du questionnaire](#)

Merci de votre collaboration!

Mathieu Bérubé
Étudiant - M.Sc. en Transformation numérique des organisations
HEC Montréal

mathieu.4.berube@hec.ca

Les changements liés à l'implantation de l'intelligence artificielle dans les organisations

Vous trouverez dans les prochaines pages un questionnaire auquel nous vous invitons à répondre. Ce questionnaire a été développé dans le cadre du mémoire de Mathieu Bérubé, étudiant à la Maîtrise en Transformation numérique des organisations à HEC Montréal supervisé par Grégory Vial, Professeur adjoint au département des Technologies de l'information à HEC Montréal.

Répondez sans hésitation aux questions incluses dans ce questionnaire, car ce sont vos premières impressions qui reflètent généralement le mieux votre pensée. Il n'y a pas de limite de temps pour répondre au questionnaire, bien que nous ayons estimé que cela devrait vous prendre environ 20 minutes.

Les renseignements recueillis resteront strictement confidentiels; ils ne seront utilisés que pour l'avancement des connaissances et la diffusion des résultats globaux dans des forums savants ou professionnels.

Le fournisseur de collecte de données en ligne s'engage à ne révéler aucune information personnelle (ou toute autre information relative aux participants de cette étude) à d'autres utilisateurs ou à tout autre tiers, à moins que le répondant consente expressément à une telle divulgation ou que celle-ci soit exigée par la loi.

Vous êtes complètement libre de refuser de participer à ce projet et vous pouvez décider en tout temps d'arrêter de répondre aux questions. Le fait de remplir ce questionnaire sera considéré comme votre consentement à participer à notre recherche et à l'utilisation des données recueillies dans ce questionnaire pour d'éventuelles recherches.

Si vous avez des questions concernant cette recherche, vous pouvez contacter le chercheur principal, Mathieu Bérubé, au numéro de téléphone ou à l'adresse de courriel indiqués ci-dessous.

Le comité d'éthique de la recherche de HEC Montréal a statué que la collecte de données liée à la présente étude satisfait aux normes éthiques en recherche auprès des êtres humains. Pour toute question en matière d'éthique, vous pouvez communiquer avec le secrétariat de ce comité au (514) 340-6051 ou par courriel à cer@hec.ca.

Merci de votre précieuse collaboration!

Mathieu Bérubé
Étudiant à la maîtrise
HEC Montréal

mathieu.4.berube@hec.ca

Gregory Vial
Professeur adjoint
HEC Montréal
514-340-1467
gregory.vial@hec.ca

Questionnaire #2

Tout d'abord, nous aimerions vous remercier à nouveau d'avoir accepté de participer à notre étude portant sur l'identification des barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle.

Nous sommes maintenant rendus à la deuxième étape qui vise à valider la liste de barrières à l'implantation développée grâce aux réponses obtenues lors de la première étape à laquelle vous avez participé.

Nous vous demandons de compléter le questionnaire suivant, et de le soumettre une fois terminé. Le temps approximatif de cette étape est de 20 minutes. Le questionnaire doit être retourné avant le 15 novembre 2019. Si vous avez des questions, vous pouvez communiquer avec Mathieu Bérubé à mathieu.4.berube@hec.ca.

Merci de votre collaboration!

QUESTIONNAIRE #2

Étape 2 : Validation des barrières à l'implantation

Suite à la première étape de « brainstorming » que nous avons menée au cours du dernier mois, nous avons colligé les réponses des 26 experts ayant accepté de participer à notre étude. Afin de simplifier la compréhension des barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle, nous avons regroupé certaines des réponses proposées. Vous retrouverez les réponses reçues lors de la première étape dans la liste ci-dessous. Cette liste comporte 17 barrières, ainsi qu'une description accompagnant chacune d'entre elles.

Lors de cette étape, nous vous demandons d'analyser et de valider chacune des barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle ainsi que leur description.

Directives

D'abord, nous vous demandons de lire attentivement puis de valider chacune des barrières et leur description respective. Si vous êtes d'accord avec le libellé d'une barrière et sa description, veuillez simplement **cocher la case** dans la colonne « Validation ». Cependant, si vous avez une ou plusieurs suggestions à faire concernant le libellé d'une barrière ou sa description, veuillez-la ou les **inscrire dans la colonne** « commentaire ». *À noter que s'il n'y a pas de réponses à une barrière, celle-ci sera considérée comme valide.*

	Validation (Cocher la case si accepté ou inscrire vos commentaires dans la colonne suivante)	Commentaire (Si vous n'êtes pas d'accord avec la description proposée, inscrivez vos commentaires ci-dessous)
Limite du potentiel transformationnel Les transformations résultant de la mise en oeuvre de l'IA restent limitées en raison du manque de motivation à favoriser son implantation à grande échelle et du refus de retirer l'humain du processus de prise de décision	☐	
Sécurité et confidentialité Magnitude du risque relié à la sécurité et à la confidentialité des données et des modèles utilisés par l'intelligence artificielle	☐	
Disponibilité des talents La difficulté de trouver du talent, que ce soit à l'interne ou à l'externe, représente un frein à l'implantation de l'IA dans l'organisation	☐	
Manque de vision stratégique Le manque de vision stratégique se traduit par de la difficulté à sélectionner les bons projets d'IA qui amélioreront les processus et généreront de la valeur pour l'organisation	☐	
Retour sur investissement Les incertitudes liées au retour sur investissement ainsi que sur l'horizon de temps nécessaire à l'implantation de l'IA dans l'organisation sont des facteurs de risque difficiles à gérer	☐	
Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA Le potentiel d'affaires réel de l'intelligence artificielle, ainsi que ses limites, demeurent difficile à saisir pour les gestionnaires	☐	
Résistance au changement Le manque de connaissances et d'éducation sur les implications de l'implantation de l'IA pour les employés sont une cause de résistance à son implantation dans l'organisation	☐	
Maturité des processus Les procédés et processus de l'entreprise présentent un degré de maturité insuffisant pour être en mesure de les automatiser et/ou de les transformer à travers l'implantation de l'IA	☐	

Infrastructure TI L'infrastructure TI de l'organisation n'est pas prête pour accompagner la réalisation de projets en intelligence artificielle (parcs informatiques, intégration des technologies servant à construire et déployer les modèles avec les systèmes existant de l'entreprise etc.)	☐	
Compétence pour l'industrialisation Le manque d'expertise interne pour faciliter l'industrialisation et l'opérationnalisation de l'IA freine son implantation dans les organisations.	☐	
Données de qualité Le manque de données de qualité, c'est-à-dire présentant des degrés de précision, d'objectivité et de fiabilité suffisants, a un impact négatif sur la création de modèles de qualité	☐	
Volume de données disponible Un volume de données disponible trop faible a un impact négatif sur la création de modèles de qualité	☐	
Soutien de la haute direction Le manque de support de la haute direction a un impact négatif sur la rapidité des décisions et la priorité accordée à la mise en œuvre de l'IA dans l'organisation	☐	
Coûts Les coûts importants reliés au développement (ressources humaines, temps, etc) et à l'acquisition d'actifs technologiques impactent négativement la mise en œuvre de l'IA	☐	
Incompréhension de l'aspect technique de l'IA Les connaissances limitées sur les aspects techniques de l'IA, tels que les méthodes et modèles potentiellement utilisables dans un contexte donné, freinent le développement d'un projet IA	☐	
Maturité de l'environnement légal et implications éthiques Le manque de réglementation claire et les enjeux éthiques reliés à l'utilisation de l'IA retardent son implantation dans les organisations	☐	
Gouvernance des données Le manque de maturité en terme de gouvernance des données complexifie la gestion de la protection des données, de leur accessibilité ainsi que de leur cycle de vie	☐	

. Si vous jugez qu'une ou des barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle sont manquantes, veuillez les inscrire ci-dessous accompagnées d'une brève description.

COURRIEL DE DISTRIBUTION

Bonjour X,

Tout d’abord, nous aimerions vous remercier à nouveau d’avoir accepté de participer à notre étude portant sur les barrières à l’implantation de l’intelligence artificielle.

Nous sommes maintenant rendus à la troisième étape qui consiste à ordonner les barrières à l’implantation d’intelligence artificielle selon l’importance accordée à chacune.

Nous vous demandons de compléter le questionnaire suivant, et de le soumettre une fois terminé. Le temps approximatif de cette étape est de 20 minutes. Le questionnaire doit être retourné avant le 6 décembre 2019. Si vous avez des questions, vous pouvez communiquer avec moi à mathieu.4.berube@hec.ca.

Lien pour le questionnaire :

[Adresse web du questionnaire](#)

Merci de votre collaboration,

Mathieu Bérubé

Étudiant - M.Sc. en Transformation numérique des organisations

HEC Montréal



mathieu.4.berube@hec.ca

Les changements liés à l'implantation de l'intelligence artificielle dans les organisations

Vous trouverez dans les prochaines pages un questionnaire auquel nous vous invitons à répondre. Ce questionnaire a été développé dans le cadre du mémoire de Mathieu Bérubé, étudiant à la Maîtrise en Transformation numérique des organisations à HEC Montréal supervisé par Grégory Vial, Professeur adjoint au département des Technologies de l'information à HEC Montréal.

Répondez sans hésitation aux questions incluses dans ce questionnaire, car ce sont vos premières impressions qui reflètent généralement le mieux votre pensée. Il n'y a pas de limite de temps pour répondre au questionnaire, bien que nous ayons estimé que cela devrait vous prendre environ 20 minutes.

Les renseignements recueillis resteront strictement confidentiels; ils ne seront utilisés que pour l'avancement des connaissances et la diffusion des résultats globaux dans des forums savants ou professionnels.

Le fournisseur de collecte de données en ligne s'engage à ne révéler aucune information personnelle (ou toute autre information relative aux participants de cette étude) à d'autres utilisateurs ou à tout autre tiers, à moins que le répondant consente expressément à une telle divulgation ou que celle-ci soit exigée par la loi.

Vous êtes complètement libre de refuser de participer à ce projet et vous pouvez décider en tout temps d'arrêter de répondre aux questions. Le fait de remplir ce questionnaire sera considéré comme votre consentement à participer à notre recherche et à l'utilisation des données recueillies dans ce questionnaire pour d'éventuelles recherches.

Si vous avez des questions concernant cette recherche, vous pouvez contacter le chercheur principal, Mathieu Bérubé, au numéro de téléphone ou à l'adresse de courriel indiqués ci-dessous.

Le comité d'éthique de la recherche de HEC Montréal a statué que la collecte de données liée à la présente étude satisfait aux normes éthiques en recherche auprès des êtres humains. Pour toute question en matière d'éthique, vous pouvez communiquer avec le secrétariat de ce comité au (514) 340-6051 ou par courriel à cer@hec.ca.

Merci de votre précieuse collaboration!

Mathieu Bérubé
Étudiant à la maîtrise
HEC Montréal

mathieu.4.berube@hec.ca

Gregory Vial
Professeur adjoint
HEC Montréal
514-340-1467
gregory.vial@hec.ca

Questionnaire #3

Tout d'abord, nous aimerions vous remercier à nouveau d'avoir accepté de participer à notre étude portant sur les barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle.

Nous sommes maintenant rendus à la troisième étape qui consiste à ordonner les barrières à l'implantation d'intelligence artificielle selon l'importance accordée à chacune.

Nous vous demandons de compléter le questionnaire suivant, et de le soumettre une fois terminé. Le temps approximatif de cette étape est de 20 minutes. Le questionnaire doit être retourné avant le **6 décembre 2019**. Si vous avez des questions, vous pouvez communiquer avec Mathieu Bérubé à mathieu.4.berube@hec.ca.

Merci de votre collaboration!

Directives

Étape 3 : Priorisation des barrières à l'implantation

Suite à la deuxième étape de « validation » que nous avons menée au cours du dernier mois, nous avons colligé les réponses des 24 experts sollicités. Cet exercice nous a permis d'éclaircir les descriptions des barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle, ainsi que de les valider. La liste finale des 16 barrières se retrouve ci-dessous.

Directives

Dans le cadre de cette troisième étape, nous vous demandons d'ordonner de 1 à 16 les barrières à l'implantation selon l'importance que vous accordez à chacune. Par importance nous faisons référence à la gravité des impacts ou des conséquences associées à chacune lors de l'implantation de l'intelligence artificielle dans une organisation.

Afin de rendre votre tâche la plus simple possible, nous vous suggérons de procéder de la manière suivante :

1. Dans un premier temps, identifier les 5 plus importants facteurs parmi les 16; puis, dans un second temps, ordonnez à leur tour ces 5 facteurs. Une fois votre réflexion arrêtée, indiquez la position correspondante à chaque barrière dans les cases où 1 est le plus important et 5 le moins important.
2. Répétez cet exercice avec les 11 barrières restantes en indiquant la lettre correspondante dans les cases 6 à 10.
3. Répétez l'exercice 2 autres fois afin de compléter l'ordonnancement des 16 barrières à l'implantation

Assurez-vous d'inscrire uniquement des valeurs de 1 à 16 et qu'il n'y ait pas de répétition entre celles-ci. À noter que la liste suivante est présentée en ordre aléatoire.

- ☐ Gouvernance des données
- ☐ Sécurité et confidentialité
- ☐ Disponibilité des talents
- ☐ Résistance au changement
- ☐ Gestion du changement
- ☐ Volume de données disponibles
- ☐ Enjeux éthiques
- ☐ Maturité de l'environnement légal
- ☐ Manque de vision stratégique
- ☐ Soutien de la haute direction
- ☐ Données de qualité
- ☐ Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA
- ☐ Compétence pour l'industrialisation
- ☐ Retour sur investissement
- ☐ Incompréhension de l'aspect technique de l'IA
- ☐ Infrastructure TI

Voici la liste finale des barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle. Veuillez noter qu'elles sont représentées ci-dessous en ordre alphabétique.

Barrière	Brève description
Compétence pour l'industrialisation	Le manque d'expertise interne pour faciliter l'industrialisation et l'opérationnalisation de l'IA freine son implantation dans les organisations.
Disponibilité des talents	La difficulté de trouver du talent, que ce soit à l'interne ou à l'externe, représente un frein à l'implantation de l'IA dans l'organisation
Données de qualité	Le manque de données de qualité, c'est-à-dire présentant des degrés de précision, d'objectivité et de fiabilité suffisants, a un impact négatif sur la création de modèles de qualité
Enjeux éthiques	Les enjeux éthiques liés à l'utilisation de l'IA retardent son implantation dans les organisations
Gestion du changement	La mauvaise planification de la gestion du changement qui doit accompagner l'implantation de l'IA limite la nature et la portée des bénéfices tirés de ces initiatives
Gouvernance des données	Le manque de maturité en termes de gouvernance des données complexifie la gestion de la protection des données, de leur accessibilité ainsi que de leur cycle de vie
Incompréhension de l'aspect technique de l'IA	Les connaissances limitées sur les aspects techniques de l'IA, tels que les méthodes et modèles potentiellement utilisables dans un contexte donné, freinent le développement d'un projet IA
Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA	Le potentiel d'affaires réel de l'intelligence artificielle, ainsi que ses limites, demeurent difficiles à saisir pour les gestionnaires
Infrastructure TI	L'infrastructure TI de l'organisation n'est pas prête pour accompagner la réalisation de projets en intelligence artificielle (parcs informatiques, intégration des technologies servant à construire et déployer les modèles avec les systèmes existants de l'entreprise, etc).
Manque de vision stratégique	Le manque de vision stratégique se traduit par de la difficulté à sélectionner les bons projets d'IA qui amélioreront les processus et généreront de la valeur pour l'organisation
Maturité de l'environnement légal	Dans certains pays, le manque de réglementation claire relié à l'utilisation de l'IA retarde son implantation dans les organisations
Résistance au changement	Le manque de connaissances et d'éducation sur les implications de l'implantation de l'IA pour les employés est une cause de résistance à son implantation dans l'organisation
Retour sur investissement	Les incertitudes liées au retour sur investissement ainsi que sur l'horizon de temps nécessaire à l'implantation de l'IA dans l'organisation sont des facteurs de risque difficiles à gérer
Sécurité et confidentialité	Le risque relié à la sécurité et à la confidentialité des données et des modèles utilisés par l'intelligence artificielle
Soutien de la haute direction	Le manque de support de la haute direction a un impact négatif sur la rapidité des décisions et la priorité accordée à la mise en œuvre de l'IA dans l'organisation
Volume de données disponibles	Un volume de données disponible trop faible a un impact négatif sur la création de modèles de qualité

COURRIEL DE DISTRIBUTION

Bonjour X,

Suite à la troisième étape de priorisation que nous avons menée au cours des dernières semaines, nous n'avons pas été en mesure d'atteindre le seuil minimal d'accord entre les experts. Pour cette raison, nous procédons à une deuxième ronde de priorisation. Cette fois-ci, les barrières seront énumérées en fonction de l'importance accordée à chacune lors du dernier questionnaire.

Cette quatrième étape consiste à ordonner les 16 barrières de la même façon qu'au dernier questionnaire. Nous vous demandons de compléter le questionnaire suivant, et de le soumettre une fois terminé. Le temps approximatif de cette étape demeure le même qu'au dernier questionnaire. Le questionnaire doit être retourné avant le 20 décembre 2019. Si vous avez des questions, vous pouvez communiquer avec moi à mathieu.4.berube@hec.ca.

Lien pour le questionnaire :

[Adresse web du questionnaire](#)

Merci de votre collaboration,

Mathieu Bérubé

Étudiant - M.Sc. en Transformation numérique des organisations

HEC Montréal



mathieu.4.berube@hec.ca

Les changements liés à l'implantation de l'intelligence artificielle dans les organisations

Vous trouverez dans les prochaines pages un questionnaire auquel nous vous invitons à répondre. Ce questionnaire a été développé dans le cadre du mémoire de Mathieu Bérubé, étudiant à la Maîtrise en Transformation numérique des organisations à HEC Montréal supervisé par Grégory Vial, Professeur adjoint au département des Technologies de l'information à HEC Montréal.

Répondez sans hésitation aux questions incluses dans ce questionnaire, car ce sont vos premières impressions qui reflètent généralement le mieux votre pensée. Il n'y a pas de limite de temps pour répondre au questionnaire, bien que nous ayons estimé que cela devrait vous prendre environ 20 minutes.

Les renseignements recueillis resteront strictement confidentiels; ils ne seront utilisés que pour l'avancement des connaissances et la diffusion des résultats globaux dans des forums savants ou professionnels.

Le fournisseur de collecte de données en ligne s'engage à ne révéler aucune information personnelle (ou toute autre information relative aux participants de cette étude) à d'autres utilisateurs ou à tout autre tiers, à moins que le répondant consente expressément à une telle divulgation ou que celle-ci soit exigée par la loi.

Vous êtes complètement libre de refuser de participer à ce projet et vous pouvez décider en tout temps d'arrêter de répondre aux questions. Le fait de remplir ce questionnaire sera considéré comme votre consentement à participer à notre recherche et à l'utilisation des données recueillies dans ce questionnaire pour d'éventuelles recherches.

Si vous avez des questions concernant cette recherche, vous pouvez contacter le chercheur principal, Mathieu Bérubé, au numéro de téléphone ou à l'adresse de courriel indiqués ci-dessous.

Le comité d'éthique de la recherche de HEC Montréal a statué que la collecte de données liée à la présente étude satisfait aux normes éthiques en recherche auprès des êtres humains. Pour toute question en matière d'éthique, vous pouvez communiquer avec le secrétariat de ce comité au (514) 340-6051 ou par courriel à cer@hec.ca.

Merci de votre précieuse collaboration!

Mathieu Bérubé
Étudiant à la maîtrise
HEC Montréal
[REDACTED]
mathieu.4.berube@hec.ca

Gregory Vial
Professeur adjoint
HEC Montréal
514-340-1467
gregory.vial@hec.ca

Questionnaire #4

Tout d'abord, nous aimerions vous remercier à nouveau d'avoir accepté de participer à notre étude portant sur les barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle.

Nous sommes maintenant rendus à la dernière étape qui consiste à ordonner de nouveau les barrières à l'implantation d'intelligence artificielle selon l'importance accordée à chacune.

Nous vous demandons de compléter le questionnaire suivant, et de le soumettre une fois terminé. Le temps approximatif de cette étape est de 15 minutes. Le questionnaire doit être retourné avant le **20 décembre 2019**. Si vous avez des questions, vous pouvez communiquer avec Mathieu Bérubé à mathieu.4.berube@hec.ca.

Merci de votre collaboration!

Directives

Étape 4 : Priorisation des barrières à l'implantation - Ronde finale

Suite à la troisième étape de « priorisation » que nous avons menée au cours des dernières semaines, nous avons colligé les réponses des 22 experts sollicités. Cette étape, qui portait sur la priorisation des 16 barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle, ne nous a pas permis d'obtenir le seuil minimal d'accord entre les experts. Bien que ce résultat puisse sembler décevant, il est cependant normal. En effet, comme dans la très grande majorité des études Delphi de ce genre, il nous faut procéder à une deuxième ronde de priorisation. Afin de vous aider à votre tâche, nous avons cette fois-ci énuméré les 16 barrières **selon l'importance accordée à chacune d'elles** lors de la première ronde de priorisation (voir la liste ci-dessous)

Directives

Dans le cadre de cette quatrième étape, nous vous demandons **d'ordonner de 1 à 16 les barrières à l'implantation** selon l'importance que vous accordez à chacune. Par importance nous faisons référence à la gravité des impacts ou des conséquences associées à chacune lors de l'implantation de l'intelligence artificielle dans une organisation.

Afin de rendre votre tâche la plus simple possible, nous vous suggérons de procéder de la manière suivante :

1. Dans un premier temps, identifier les 5 plus importants facteurs parmi les 16; puis, dans un second temps, ordonnez à leur tour ces 5 facteurs. Une fois votre réflexion arrêtée, indiquez la position correspondante à chaque barrière dans les cases où 1 est le plus important et 5 le moins important.
2. Répétez cet exercice avec les 11 barrières restantes en indiquant la lettre correspondante dans les cases 6 à 10.
3. Répétez l'exercice 2 autres fois afin de compléter l'ordonnancement des 16 barrières à l'implantation

Assurez-vous d'inscrire uniquement des valeurs de 1 à 16 et qu'il n'y ait pas de répétition entre celles-ci.

À noter que la liste suivante est présentée en **fonction de l'importance accordée à chacune d'elles** lors du dernier questionnaire.

- ☐ Manque de vision stratégique
- ☐ Données de qualité
- ☐ Soutien de la haute direction
- ☐ Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA
- ☐ Disponibilité des talents
- ☐ Retour sur investissement
- ☐ Compétence pour l'industrialisation
- ☐ Incompréhension de l'aspect technique de l'IA
- ☐ Gouvernance des données
- ☐ Volume de données disponibles
- ☐ Résistance au changement
- ☐ Gestion du changement
- ☐ Infrastructure TI
- ☐ Sécurité et confidentialité
- ☐ Enjeux éthiques
- ☐ Maturité de l'environnement légal

Voici la liste finale des barrières à l'implantation de l'intelligence artificielle. Veuillez noter qu'elles sont représentées ci-dessous en ordre alphabétique.

Barrière	Brève description
Compétence pour l'industrialisation	Le manque d'expertise interne pour faciliter l'industrialisation et l'opérationnalisation de l'IA freine son implantation dans les organisations.
Disponibilité des talents	La difficulté de trouver du talent, que ce soit à l'interne ou à l'externe, représente un frein à l'implantation de l'IA dans l'organisation
Données de qualité	Le manque de données de qualité, c'est-à-dire présentant des degrés de précision, d'objectivité et de fiabilité suffisants, a un impact négatif sur la création de modèles de qualité
Enjeux éthiques	Les enjeux éthiques liés à l'utilisation de l'IA retardent son implantation dans les organisations
Gestion du changement	La mauvaise planification de la gestion du changement qui doit accompagner l'implantation de l'IA limite la nature et la portée des bénéfices tirés de ces initiatives
Gouvernance des données	Le manque de maturité en termes de gouvernance des données complexifie la gestion de la protection des données, de leur accessibilité ainsi que de leur cycle de vie
Incompréhension de l'aspect technique de l'IA	Les connaissances limitées sur les aspects techniques de l'IA, tels que les méthodes et modèles potentiellement utilisables dans un contexte donné, freinent le développement d'un projet IA
Incompréhension du potentiel d'affaires de l'IA	Le potentiel d'affaires réel de l'intelligence artificielle, ainsi que ses limites, demeurent difficiles à saisir pour les gestionnaires
Infrastructure TI	L'infrastructure TI de l'organisation n'est pas prête pour accompagner la réalisation de projets en intelligence artificielle (parcs informatiques, intégration des technologies servant à construire et déployer les modèles avec les systèmes existants de l'entreprise, etc).
Manque de vision stratégique	Le manque de vision stratégique se traduit par de la difficulté à sélectionner les bons projets d'IA qui amélioreront les processus et généreront de la valeur pour l'organisation
Maturité de l'environnement légal	Dans certains pays, le manque de réglementation claire relié à l'utilisation de l'IA retarde son implantation dans les organisations
Résistance au changement	Le manque de connaissances et d'éducation sur les implications de l'implantation de l'IA pour les employés est une cause de résistance à son implantation dans l'organisation
Retour sur investissement	Les incertitudes liées au retour sur investissement ainsi que sur l'horizon de temps nécessaire à l'implantation de l'IA dans l'organisation sont des facteurs de risque difficiles à gérer
Sécurité et confidentialité	Le risque relié à la sécurité et à la confidentialité des données et des modèles utilisés par l'intelligence artificielle
Soutien de la haute direction	Le manque de support de la haute direction a un impact négatif sur la rapidité des décisions et la priorité accordée à la mise en œuvre de l'IA dans l'organisation
Volume de données disponibles	Un volume de données disponible trop faible a un impact négatif sur la création de modèles de qualité

Bonjour,

Ceci est un rappel concernant la date d'échéance du **Date** pour remplir le questionnaire. Si vous avez déjà complété votre soumission, je vous remercie sincèrement pour votre participation.

Vous pouvez commencer le questionnaire ou terminer votre soumission en cliquant sur le lien ci-dessous. Seules les soumissions complétées pourront être comptabilisées pour la prochaine ronde.

Si vous éprouvez des problèmes avec le lien, merci de me contacter pour que je puisse vous en soumettre un nouveau.

J'aimerais également prendre le temps de vous remercier une fois de plus d'avoir accepté de participer à cette étude.

Lien pour le questionnaire :

Adresse web du questionnaire

Sincèrement,

Mathieu Bérubé

Étudiant - M.Sc. en Transformation numérique des organisations

HEC Montréal



mathieu.4.berube@hec.ca

