

Titre:	L'intégration de l'évaluation de l'écosystème d'innovation à la prise de décision en entreprise : une étude de cas de transformation numérique dans le secteur aérospatial
Auteur:	Valentine Mas
Author:	
Date:	2021
Type:	Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis
Référence:	Mas, V. (2021). L'intégration de l'évaluation de l'écosystème d'innovation à la prise de décision en entreprise : une étude de cas de transformation numérique dans le secteur aérospatial [Mémoire de maîtrise, Polytechnique Montréal]. PolyPublie. https://publications.polymtl.ca/9178/
Citation:	

Document en libre accès dans PolyPublie

Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/9178/>
PolyPublie URL:

Directeurs de recherche: Fabiano Armellini, & Catherine Beaudry
Advisors:

Programme: Maîtrise recherche en génie industriel
Program:

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

affiliée à l'Université de Montréal

**L'intégration de l'évaluation de l'écosystème d'innovation à la prise de décision
en entreprise : une étude de cas de transformation numérique dans le secteur
aérospatial**

VALENTINE MAS

Département de génie mathématiques et de génie industriel

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de *Maîtrise ès sciences appliquées*
Génie industriel

Août 2021

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

affiliée à l'Université de Montréal

Ce mémoire intitulé :

L'intégration de l'évaluation de l'écosystème d'innovation à la prise de décision en entreprise : une étude de cas de transformation numérique dans le secteur aérospatial

présenté par **Valentine MAS**

en vue de l'obtention du diplôme de *Maîtrise ès sciences appliquées*
a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

Christophe DANJOU, président

Fabiano ARMELLINI, membre et directeur de recherche

Catherine BEAUDRY, membre et codirectrice de recherche

Alain BERNARD, membre

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur de recherche Fabiano Armellini et ma co-directrice Catherine Beaudry pour le soutien qu'ils m'ont apporté tout au long de mon projet de recherche. J'aimerais également remercier tous les étudiants et employés de Polytechnique Montréal qui m'ont aidé dans ma recherche, notamment Alvar Herrera Sosa, Georges Hage et Laurence Solar-Pelletier.

Je ne peux pas les nommer par souci de confidentialité, mais je remercie toute l'équipe de l'entreprise à laquelle j'ai été intégrée pour ce projet de recherche et plus particulièrement mon tuteur entreprise qui a fait preuve d'une grande ouverture d'esprit face à mes propositions de projet de recherche, m'a toujours donné des conseils avisés et m'a supporté tout au long du projet. Je tiens également à remercier le collègue avec qui j'ai collaboré pendant ces derniers mois, qui m'a aidé à mieux comprendre le fonctionnement de l'entreprise et à faire aboutir mon projet de recherche de manière concrète pour l'entreprise.

Je remercie aussi tous les participants aux ateliers de conception de feuilles de route et toutes les personnes de l'entreprise qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre.

J'aimerais remercier à nouveau tous les répondants aux entrevues et questionnaires, que ce soit à l'interne du groupe d'étude ou de l'écosystème de défense et d'aérospatiale canadien.

Je voudrais également remercier toutes les personnes que j'ai pu rencontrer au cours de ma recherche et qui m'ont aidé à faire avancer mon projet. Je pense notamment à Ekaterina Turkina (HEC), Diana Khripko (IfM), Martin-Charles Boucher (AéroMontréal), Jean-François Connoly et Lilia Jemai (IVADO).

Un grand merci à toutes les personnes qui ont accepté de relire et améliorer ce mémoire.

Enfin, je voudrais remercier les personnes qui ont accepté de faire partie de mon jury de maîtrise : Alain Bernard et Christophe Danjou.

RÉSUMÉ

L'évolution et la réussite des entreprises sont de plus en plus liées à leur intégration aux écosystèmes qui les entourent. La prise en compte de ces écosystèmes est donc primordiale pour chaque entreprise qui souhaite déterminer son positionnement stratégique.

L'objectif de ce mémoire de maîtrise est de proposer une méthode et de fournir les informations nécessaires à un positionnement stratégique prenant en compte l'écosystème de l'entreprise. L'étude de cas porte sur une entreprise fournissant des solutions pour aider d'autres acteurs à réaliser leurs transformations numériques. Cette entreprise sera appelée l'entreprise θ . Elle appartient à un grand groupe du domaine de la défense et de l'aérospatiale. Le cas d'étude permet de tester les méthodes proposées.

La question de recherche est la suivante : « Comment intégrer la prise en compte de l'écosystème à une méthode de positionnement stratégique ? ».

Afin de répondre à cette question, des cartographies de l'écosystème de défense et d'aérospatiale canadien et de l'écosystème interne au groupe d'appartenance de l'entreprise étudiée ont d'abord été réalisées. Un questionnaire visant à évaluer la maturité d'une entité à adopter l'intelligence artificielle (IA) a ensuite été créé. Des entrevues et une enquête utilisant ce questionnaire ont ensuite été réalisées. Les entrevues contenaient des questions ouvertes visant notamment à comprendre la perception de l'écosystème par le répondant, ses ambitions en termes d'IA et les principaux bloquants qui l'empêchent d'implémenter les technologies de l'IA. On remarque par exemple que l'accès à des données fiables et en quantité pose encore problème pour de nombreux répondants. Le questionnaire vise quant à lui à permettre de calculer un indicateur de mesure de la maturité d'une entreprise à utiliser l'IA en se basant sur 4 piliers : technologique, financier, culturel et organisationnel. Enfin, une adaptation de la méthode de conception de feuilles de route « S-Plan » a été proposée et réalisée avec l'entreprise θ à partir des informations obtenues par les différentes cartographies, les résultats des entrevues et du questionnaire. Ces différentes informations ont servi de point de départ aux ateliers de conception de feuilles de route. Le premier atelier a permis de définir une feuille de route générale et d'identifier des sujets d'intérêt par une approche innovation par l'offre/innovation par la demande (techno push/market pull). Des ateliers spécialisés ont ensuite été organisés afin de définir une feuille de route centrée sur chacun de ces sujets.

Le modèle de conception de feuilles de route précédé d'une cartographie d'écosystème proposé dans ce mémoire et testé avec l'entreprise θ a permis de répondre aux objectifs de recherche. La méthode permet en effet de définir un positionnement stratégique prenant en compte

l'écosystème pour une entreprise technologique fournissant des solutions en IA. L'adoption de l'IA nécessitant une certaine maturité technologique avant de pouvoir être implémenté, l'analyse de données secondaires a d'abord permis de repérer les entités les plus prêtes à utiliser l'IA, le recueil de données par une méthode mixte (entrevues et questionnaires) a ensuite aidé à bien comprendre les besoins et bloquants des différents acteurs de l'écosystème vis-à-vis de l'IA. Ces données ont pu être intégrées au processus de conception de feuilles de route en tant qu'informations sur les besoins de l'écosystème auxquels l'entreprise pourrait répondre. L'approche innovation par l'offre/innovation par la demande mise en place a ensuite permis de confronter ces besoins aux capacités technologiques existantes de l'entreprise afin de déterminer les solutions technologiques à développer se basant sur les capacités technologiques de l'entreprise et permettant de répondre à de réels besoins identifiés au sein de l'écosystème.

ABSTRACT

The evolution and success of companies is increasingly linked to their integration into the ecosystems that surround them. Taking these ecosystems into account is therefore essential for each company that wishes to determine its strategic positioning.

The objective of this master's thesis is to propose a method and to provide the necessary information for a strategic positioning taking into account the company's ecosystem. The case study focuses on a company that provides solutions to help other players achieve their digital transformations. This company will be referred to as the company θ . It belongs to a large group in the field of defense and aerospace. The case study allows us to test the proposed methods. The research question is the following: "How to integrate the consideration of the ecosystem into a strategic positioning method?".

In order to answer this question, mappings of the Canadian defense and aerospace ecosystem and of the ecosystem internal to the company's group were first produced. A questionnaire to assess an entity's readiness to adopt artificial intelligence (AI) was then created. Interviews and a survey using this questionnaire were then conducted. The interviews contained open questions aimed at understanding the respondent's perception of the ecosystem, their ambitions in terms of AI and the main obstacles that prevent them from implementing AI. For example, access to reliable data in quantity is still a problem for many respondents. The questionnaire aims to calculate an indicator to measure the maturity of a company to use AI based on 4 pillars: technological, financial, cultural and organizational. Finally, an adaptation of the "S-Plan" roadmap method was proposed and carried out with the company based on the information obtained from the various maps, the results of the interviews and the questionnaire. This information served as a starting point for the roadmap design workshops. The first workshop defined a general roadmap and identified topics of interest through a techno push/market pull approach. Specialized workshops were then organized to define a roadmap focused on each of these topics.

The roadmap design model preceded by an ecosystem mapping proposed in this dissertation and tested with the company θ allowed us to meet the research objectives. The method allows to define a strategic positioning taking into account the ecosystem for a technology company providing AI solutions. Since the adoption of AI requires a certain technological maturity before it can be implemented, the analysis of secondary data first made it possible to identify the entities most ready to use AI. The collection of data using a mixed method (interviews and questionnaires) then helped to understand the needs and blocking factors

of the various actors in the ecosystem in relation to AI. This data could be integrated into the roadmap design process as information on the ecosystem needs that the company could address. The market pull/techno push approach then allowed us to compare these needs with the company's existing technological capabilities in order to determine the technological solutions to be developed, based on the company's technological capabilities and enabling to meet the real needs identified within the ecosystem.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	iii
RÉSUMÉ	iv
ABSTRACT	vi
TABLE DES MATIÈRES	viii
LISTE DES TABLEAUX	xii
LISTE DES FIGURES	xiii
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	xvi
LISTE DES ANNEXES	xviii
CHAPITRE 1 INTRODUCTION	1
CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE	4
2.1 Écosystème d'affaires et écosystème d'innovation	4
2.2 Méthodes de cartographie d'écosystèmes	6
2.2.1 Cartographie du plan d'action de valeur	7
2.2.2 Méthode d'analyse de réseau d'écosystèmes d'affaires	8
2.2.3 Cartographie de la valeur d'un écosystème d'affaires	9
2.2.4 Cadre de modelage et d'analyse des écosystèmes d'affaires	10
2.2.5 Cadre 6C	11
2.2.6 Intelligence des écosystèmes d'affaires visuels	11
2.2.7 Résumé des avantages et inconvénients de chaque méthode	12
2.3 Méthodes de positionnement stratégique	15
2.3.1 Les méthodes de départ rapide de l'IfM : la méthode T-Plan et la méthode S-Plan	19
2.3.2 TechStrategy	21
2.3.3 Méthodologie de feuilles de route technologiques de Nottingham	22
2.3.4 Le modèle de feuilles de route technologiques canadien	22
2.4 Valorisation des données et intelligence artificielle	26
2.4.1 Définition générale	26

2.4.2 Niveau de préparation à l'IA	30
CHAPITRE 3 CONTEXTE DE L'ÉTUDE	34
3.1 Cas d'étude : l'entreprise θ	34
3.2 Montréal centre mondial de l'IA	34
3.2.1 Une ville qui attire des entreprises internationales pour développer l'IA	35
3.2.2 Des organismes de renommée mondiale dans le domaine de l'IA . . .	35
3.2.3 Un pôle d'excellence universitaire en IA	36
3.2.4 Le rôle du gouvernement dans cet engouement pour l'IA	36
3.3 Le Canada leader en défense et aérospatiale	37
3.3.1 Les secteurs de l'aérospatiale et de la défense particulièrement développés au Canada	37
3.3.2 Le Canada attire des entreprises internationales	38
3.3.3 Un secteur qui utilise des technologies de pointe	38
3.3.4 Montréal et le Québec : centres canadiens de l'aérospatiale et de la défense	38
3.3.5 Principales associations d'acteurs en aérospatiale et défense au Canada	39
3.4 Besoin grandissant de l'IA dans le secteur de la défense et de l'aérospatiale .	40
3.4.1 Une industrie innovante pour faire face aux nombreux défis liés au secteur de l'aérospatiale et de la défense	40
3.4.2 Une industrie bouleversée par la crise de la COVID-19	40
3.5 Différences constitutionnelles entre l'écosystème de défense et d'aérospatiale et celui de l'IA	41
CHAPITRE 4 MÉTHODOLOGIE	44
4.1 Conception générale du projet de recherche	44
4.1.1 Plan de recherche	44
4.1.2 Élaboration de la méthodologie en fonction des besoins de l'entreprise θ	46
4.2 Création d'une méthode de cartographie d'écosystème	47
4.3 Étude de l'écosystème externe	48
4.3.1 Première analyse de l'écosystème externe à partir de données secondaires	48
4.3.2 Évaluation du niveau de préparation à l'IA	53
4.3.3 Entrevues menées à l'externe	55
4.3.4 Méthode d'analyse des résultats obtenus	59
4.3.5 Atteinte de la saturation	60
4.4 Étude à l'interne	65
4.4.1 Première analyse de l'écosystème interne à partir de données secondaires	65

4.4.2	Entrevues	65
4.4.3	Sondage	66
4.5	Conception de feuilles de route	67
4.5.1	Détermination de l'objectif de l'exercice pour entreprise θ	67
4.5.2	Choix de la méthode : la méthode du S-Plan	69
4.5.3	Adaptation de la méthode : préparation des ateliers	71
4.5.4	Déroulement du processus avec l'entreprise θ	79
CHAPITRE 5 CARTOGRAPHIE DES ÉCOSYSTÈMES		86
5.1	Cartographie de l'écosystème externe	86
5.1.1	Première analyse à partir de données secondaires	86
5.1.2	Entrevues des acteurs de l'EDAC	95
5.1.3	Réponses à l'enquête par questionnaire de niveau de préparation à l'IA	112
5.2	Cartographie de l'écosystème interne au groupe G	115
5.2.1	Première analyse à partir de données secondaires	115
5.2.2	Entrevues des acteurs du groupe G	116
5.2.3	Réponses à l'enquête par questionnaire de niveau de préparation à l'IA	117
CHAPITRE 6 CONCEPTION DE FEUILLES DE ROUTE		118
6.1	Atelier 1 : Conception d'une feuille de route générale pour l'entreprise	118
6.1.1	Activité 1 : Sélection des besoins	118
6.1.2	Activité 1 : Sélection des capacités technologiques de l'entreprise θ . .	119
6.1.3	Atelier 1 : activité 2	119
6.1.4	Analyse des résultats de l'atelier 1	120
6.2	Ateliers de conception de feuilles de route spécialisées sur une solution technologique	122
6.3	Feuille de route finale	123
6.4	Conclusions sur l'exercice	124
6.5	Proposition d'un modèle de feuille de route pour les autres acteurs de l'écosystème	126
CHAPITRE 7 DISCUSSION		129
7.1	Étude de l'écosystème	129
7.2	Conception de feuilles de route technologique	130
7.3	Arrimage entre la méthode de cartographie et celle de conception de feuilles de route technologique	132

CHAPITRE 8 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	134
8.1 Synthèse des travaux	134
8.2 Contributions pour la théorie et la pratique	134
8.3 Limitations de la solution proposée	135
8.4 Suggestions pour des projets de recherche dans l'avenir	137
RÉFÉRENCES	138
ANNEXES	144

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Résumé des avantages et inconvénients des principales méthodes de cartographie d'écosystème.	13
Tableau 2.2	Résumé des avantages et inconvénients des principales méthodes de cartographie d'écosystème.	25
Tableau 4.1	Résumé de l'analyse des différents graphiques d'analyse de la saturation des résultats des entrevues	64
Tableau 5.1	Comparaison des tailles des entreprises entre l'échantillon des entrevues et l'EDAC au global	96
Tableau 5.2	Visualisation sous forme de tableau des réponses au questionnaire de niveau de préparation à l'IA à l'externe.	113
Tableau A.1	Questionnaire d'"AI Readiness" qui a été posée lors des entrevues externes.	148

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1	Format générique de feuille de route, reproduit d'après le modèle proposé par EIRMA (1997)	18
Figure 2.2	Graphique représentant la chaîne de valeur des données, reproduit d'après le modèle de Miller et Mork (Miller and Mork, 2013)	28
Figure 3.1	Reproduction de la représentation de la superposition des réseaux d'interactions et de partenariats entre les grappes Aéro/TIC/IA (Armellini et al., 2021)	42
Figure 4.1	Schéma des différentes étapes menées lors du projet de recherche . . .	45
Figure 4.2	Graphique obtenu pour les informations citées concernant les besoins en IA	61
Figure 4.3	Graphique obtenu pour les informations citées concernant les freins face à la mise en place de l'IA	62
Figure 4.4	Graphique obtenu pour les facilitateurs concernant la mise en place de l'IA	62
Figure 4.5	Graphique obtenu pour les types d'acteurs de l'écosystème	63
Figure 4.6	Modèle général de feuille de route proposé par l'IfM	70
Figure 4.7	Modèle de feuille de route spécialisée proposé par l'IfM	71
Figure 4.8	Modèle de la feuille de route générale à compléter	75
Figure 4.9	Modèle de la matrice à compléter lors de l'activité 1 du premier atelier pour la partie besoins	76
Figure 4.10	Modèle de la matrice à compléter lors de l'activité 1 du premier atelier pour la partie capacités technologiques	77
Figure 4.11	Modèle de la matrice de lien à compléter lors de l'activité 2 du premier atelier	78
Figure 4.12	Modèle de la feuille de route spécifique à remplir pour chaque sujet sélectionné	80
Figure 4.13	Description des étapes pour compléter la feuille de route spécialisée de l'atelier 2, inspirée du modèle proposé par l'IfM présenté figure 4.7. .	81
Figure 5.1	Visualisation de l'adoption des logiciels précurseurs à l'utilisation de l'IA en 2017	87
Figure 5.2	Visualisation de l'adoption des plateformes permettant de faire de l'IA en 2017	87

Figure 5.3	Visualisation de l'adoption des outils informatiques en lien avec l'IA en 2017	88
Figure 5.4	Visualisation de l'adoption des logiciels précurseurs à l'utilisation de l'IA en 2018	89
Figure 5.5	Visualisation de l'adoption des plateformes permettant de faire de l'IA en 2018.	89
Figure 5.6	Visualisation de l'adoption des outils informatiques en lien avec l'IA en 2018.	90
Figure 5.7	Visualisation de l'adoption des logiciels précurseurs à l'utilisation de l'IA en 2019.	91
Figure 5.8	Visualisation de l'adoption des plateformes permettant de faire de l'IA en 2019.	91
Figure 5.9	Visualisation de l'adoption des outils informatiques en lien avec l'IA en 2019.	92
Figure 5.10	Visualisation de l'adoption des logiciels précurseurs à l'utilisation de l'IA en 2020	93
Figure 5.11	Visualisation de l'adoption des plateformes permettant de faire de l'IA en 2020	94
Figure 5.12	Visualisation de l'adoption des outils informatiques en lien avec l'IA en 2020.	94
Figure 5.13	Représentation de l'EDAC d'après les différentes entrevues	99
Figure 5.14	Graphique représentant la perception des différents répondants concernant les relations au sein de l'écosystème de défense/d'aérospatiale	100
Figure 5.15	Graphique représentant la perception des différents répondants concernant les relations avec l'écosystème des nouvelles technologies et de l'IA	102
Figure 5.16	Graphique représentant la répartition des besoins IA cités lors des entrevues	106
Figure 5.17	Graphique représentant la répartition des défis cités par les différents répondants	107
Figure 5.18	Graphique montrant les facilitateurs cités par les répondants	108
Figure 5.19	Graphique représentant les réponses des participants concernant le développement de solutions basées sur l'IA	109
Figure 5.20	Graphique représentant les réponses des participants concernant un potentiel partenariat avec une Start-up	110
Figure 5.21	Graphique représentant les réponses des participants concernant l'impact de la cirse de la COVID-19 sur leurs plans d'adoption de l'IA	110

Figure 5.22	Cartographie obtenue pour l'écosystème interne au groupe G se basant sur l'estimation du pourcentage de revenus basés sur l'IA dans 5 ans pour les différentes lignes de produits	116
Figure 6.1	Visualisation des résultats de l'activité 1 du premier atelier pour la sélection des besoins	118
Figure 6.2	Visualisation des résultats de l'activité 1 du premier atelier pour la sélection des capacités technologiques de l'entreprise θ	119
Figure 6.3	Visualisation des résultats de l'activité 2 du premier atelier	120
Figure 6.4	Analyse des résultats de l'atelier 1 pour la corrélation des capacités technologiques de l'entreprise θ avec les besoins de l'écosystème sélectionnés	121
Figure 6.5	Analyse des résultats de l'atelier 1 pour les besoins sélectionnés	122
Figure 6.6	Exemple de résultat d'un atelier 2 réalisé sur un sujet précis	123
Figure 6.7	Feuille de route finale pour l'entreprise θ obtenue à l'issue des différents ateliers	124
Figure 6.8	Modèle de feuille de route générale pour les autres acteurs de l'écosystème	128
Figure D.1	Répartition des besoins et bloquants en plusieurs catégories, comme présentés sur le Miro	152
Figure D.2	Cadre des entreprises de SCIAN 336, comme présenté sur le Miro . .	153
Figure D.3	Cadre des entreprises de SCIAN 541, comme présenté sur le Miro . .	153
Figure D.4	Cadre des entreprises de SCIAN 332, comme présenté sur le Miro . .	154
Figure D.5	Cadre des entreprises de SCIAN 335, comme présenté sur le Miro . .	154
Figure D.6	Cadre des entreprises de services connexes (fabrication de machines et maintenance), comme présenté sur le Miro	155
Figure D.7	Cadre des entreprises n'appartenant à aucunes des catégories précédentes, comme présenté sur le Miro	155

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

IA	Intelligence Artificielle
EDAC	Ecosystème de défense et d'aérospatiale canadien
Entreprise θ	Cas d'étude du projet de recherche : entreprise technologique dans le domaine de la défense et de l'aérospatiale
Groupe G	Groupe d'appartenance de l'entreprise θ
ACDC	« Aberdeen Contact Data Cloud », base de données de la compagnie d'Aberdeen recherche et technologie
Individu T1/T2	Responsable technologique au sein de l'entreprise θ
Individu M1/MA	Responsable marché au sein de l'entreprise θ
Individu S1	Responsable de l'équipe stratégie de l'entreprise θ
Individu S2	Membre de l'équipe stratégie de l'entreprise θ
Individu E1	Personne ayant une bonne connaissance de l'écosystème entourant l'entreprise θ
TRL	Technology Readiness Level ou Niveau de maturité technologique en français
OEM	Original Equipment Manufacturer ou fabricant d'équipement d'origine en français
SAAS	Software as a Service ou logiciel en tant que service en français
RH	Ressources humaines
SCIAN	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord
AIAC	Association des industries aérospatiales du Canada
CRIAQ	Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec
IVADO	Institut de valorisation des données

Mila Institut québécois d'intelligence artificielle (anciennement Montreal Institute for Learning Algorithms)

LP Ligne de produits

LISTE DES ANNEXES

Annexe A	GUIDE D'ENTREVUE EXTERNE	144
Annexe B	GUIDE D'ENTREVUE INTERNE POUR LES ENTITÉS DU GROUPE G	149
Annexe C	QUESTIONNAIRE INTERNE POUR LES ENTITÉS DU GROUPE G150	
Annexe D	VISUALISATION MIRO DES RÉSULTATS DES ENTREVUES POUR LE PROCESSUS DE CONCEPTION DE FEUILLES DE ROUTE . .	152

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

Définir un positionnement stratégique pour une entreprise est loin d'être une tâche évidente. De plus en plus, le succès d'une entreprise dépend en grande partie de l'écosystème qui l'entoure (Adner, 2006). Une bonne connaissance de cet écosystème est donc nécessaire afin de définir au mieux son positionnement stratégique. De nombreuses méthodes de cartographie d'écosystèmes sont présentées dans la littérature. De même, on peut trouver plusieurs méthodes de feuilles de route stratégiques. Cependant, la plupart des méthodes existantes permettant de faire des feuilles de route stratégiques sont centrées sur l'entreprise et ne prennent pas directement en compte les besoins et compétences de l'écosystème entourant l'entreprise. L'étude présentée dans ce mémoire vise à remédier à cette lacune de la littérature en explorant un cas d'étude sur la mise en place d'une méthode de positionnement stratégique pour une entreprise technologique à partir d'une étude de l'écosystème de cette entreprise.

Le cas d'étude de ce projet de recherche est une entreprise composée d'un centre de recherche en IA et appartenant à un grand groupe reconnu dans le domaine de la défense et de l'aérospatiale. Afin de conserver la confidentialité des données obtenues et analysées, cette entreprise sera appelée « entreprise θ » et le groupe auquel elle appartient « groupe G » dans la suite du rapport. Le domaine de la défense et de l'aérospatiale est très conservateur et très normé tout en étant énormément dépendant des nouvelles technologies (Niosi and Zhegu, 2005). Cette double particularité rend le positionnement stratégique d'autant plus important puisqu'il doit permettre l'innovation tout en respectant les normes relatives au secteur. De plus, dans ce secteur, les différents éléments sont voués à interagir ensemble dans le système final. La prise en compte de l'écosystème est donc primordiale dans le positionnement stratégique d'une entreprise en défense et aérospatiale. La dimension technologique de l'entreprise d'étude est également très intéressante pour ce sujet de positionnement stratégique. Concevoir des technologies ne se fait pas de la même manière que l'on conçoit n'importe quel produit et nécessite des ressources de planification organisationnelle particulières (Ramakrishnan, 2020). Par ailleurs, les nouvelles technologies et plus particulièrement celles en lien avec l'intelligence artificielle (IA) sont incontestablement des sujets d'actualité. L'IA est perçue par beaucoup comme révolutionnaire, car permettant la résolution de problèmes qu'aucun algorithme classique ne parvenait à résoudre (Pastre, 2000). L'IA est donc porteuse de nombreux espoirs d'évolutions, mais génère également de nombreuses craintes et défis (Nortje and Grobbelaar, 2020). Montréal est l'un des centres mondiaux du développement de l'IA (Roberge et al.,

2019; Doloreux and Savoie-Dansereau, 2019). Cependant, si on trouve à Montréal beaucoup d'acteurs œuvrant pour le développement de l'IA, son adoption dans l'industrie en est encore à ses débuts et nécessite d'être orientée. L'entreprise θ a décidé de s'implanter à Montréal afin de bénéficier du dynamisme de la ville en termes d'IA et cherche à définir un positionnement stratégique qui consoliderait sa position de leader en IA au sein du groupe G mais aussi au sein de l'écosystème de défense et d'aérospatiale canadien (EDAC).

Le projet de recherche présenté dans ce document vise à répondre à la question suivante : « Comment intégrer la prise en compte de l'écosystème à une méthode de positionnement stratégique ? ».

Les objectifs et sous-objectifs de la recherche sont énoncés ci-dessous.

Objectifs : Proposer une méthode de positionnement stratégique prenant en compte la dynamique de l'écosystème pour une entreprise technologique.

Sous-objectifs :

- Proposer une méthode de cartographie et l'appliquer à l'écosystème interne et externe du cas d'étude ;
- Déterminer des indicateurs permettant de qualifier la maturité d'une entité à adopter l'intelligence artificielle ;
- Déterminer les besoins en terme d'IA des acteurs des écosystèmes interne et externe du cas d'étude ;
- Déterminer et mettre en place une méthode de création de feuilles de route se basant sur l'analyse de l'écosystème.

L'étude a débuté par une revue de littérature (chapitre 2) concernant la notion d'écosystème et les méthodes de cartographie d'écosystèmes, celles de positionnement stratégique et finalement la valorisation des données et l'intelligence artificielle puisque le cas d'étude concerne une entreprise fournissant des solutions en IA. Le troisième chapitre présente le contexte de l'étude. Il définit le cas d'étude et présente les caractéristiques de son environnement géographique i.e. de Montréal et plus généralement du Canada. La méthodologie est ensuite expliquée dans le quatrième chapitre puis les résultats et leurs analyses sont présentés dans les chapitres 5 et 6. Alors que le chapitre 5 présente les résultats de la cartographie des écosystèmes externe et interne, le chapitre 6 se concentre sur les résultats du processus de conception de feuilles de route. Le mémoire se finit par la discussion (chapitre 7), suivi de la conclusion et des recommandations (chapitre 8).

L'entreprise θ s'inscrit dans deux écosystèmes principaux : celui interne au groupe G, composé de différentes entités, mais aussi celui des différents acteurs de l'EDAC, de par sa position

géographique. Afin de débuter l'étude, deux cartographies ont été réalisées. Les résultats de ces cartographies sont présentés dans le chapitre 5. La première permet de visualiser les besoins en intelligence artificielle (IA) des différentes entités du groupe G. La seconde permet de comprendre les différents types d'acteurs de l'EDAC et leurs positions vis-à-vis des nouvelles technologies et de l'IA. Les cartographies réalisées se concentrent sur l'IA, car l'expertise de l'entreprise θ se construit autour des technologies de l'IA. Ces cartographies permettent d'avoir une première vision de la position des différents acteurs face à l'IA et de décerner les acteurs les plus à même de l'utiliser.

Un questionnaire permettant d'évaluer le niveau de préparation à l'IA d'une entité a été créé afin d'aller plus loin dans l'étude de la maturité des différents acteurs face à l'IA et de décerner les principaux points bloquant sa mise en place. Ce questionnaire se base sur quatre piliers identifiés dans la littérature comme indispensables à l'implémentation de l'IA (Nortje and Grobbelaar, 2020; Oztemel and Polat, 2006; Aboelmaged, 2014). Il s'agit des piliers technologique, financier, culturel et organisationnel. Pour chaque pilier, une liste de questions a été définie d'après la littérature et validée par différents acteurs connaissant bien les enjeux reliés à la mise en place de projets en IA.

À partir des cartographies, différents acteurs ont été identifiés, à l'interne comme à l'externe du groupe G. Une série d'entrevues accompagnant l'enquête par questionnaire de niveau de préparation à l'IA ont été réalisées auprès de ces acteurs. Les entrevues contenaient des questions ouvertes visant notamment à comprendre la perception de l'écosystème par le répondant, ses ambitions en termes d'IA et les principaux points bloquants qui l'empêchent de l'implémenter. La dernière partie des entrevues était dédiée au questionnaire de niveau de préparation à l'IA.

Finalement, une adaptation d'une méthode de conception de feuilles de route a été faite pour le cas d'étude. Le résultat est présenté et analysé dans le chapitre 6. Les réponses obtenues lors des entrevues et l'enquête par questionnaire ont servi de point de départ aux ateliers de conception de feuilles de route. Le processus a débuté par une restitution des résultats obtenus, qui s'est suivie par un premier atelier visant à définir une feuille de route générale pour l'entreprise θ . Cet atelier a permis d'identifier des sujets d'intérêts pour lesquels des ateliers spécialisés ont été organisés afin de définir une feuille de route centrée sur chaque sujet. L'analyse des résultats des différents ateliers a permis de créer une feuille de route technologique pour l'entreprise θ et de fournir des recommandations quant aux sujets sur lesquels elle devrait se concentrer d'après les résultats obtenus.

CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE

L'objectif du projet de recherche présenté dans ce rapport est de déterminer une méthode de positionnement stratégique prenant en compte l'écosystème dans lequel une entreprise évolue. Cette méthode est adaptée au cas d'une entreprise technologique visant à fournir des solutions en intelligence artificielle. La revue de littérature se décompose en quatre sections. La première concerne la notion d'écosystème (section 2.1) et la seconde présente les méthodes de cartographies d'écosystèmes (section 2.2). On s'intéresse ensuite aux méthodes de positionnement stratégique (section 2.3). Enfin, puisque la méthode développée pour ce projet concerne l'adoption de l'intelligence artificielle, la dernière section (2.4) permet de présenter les apports de la littérature sur la valorisation des données et l'intelligence artificielle.

2.1 Écosystème d'affaires et écosystème d'innovation

La notion d'écosystème d'affaires a été introduite par Moore en 1993 et se base sur une analogie avec les écosystèmes biologiques (Moore, 1993). La notion d'écosystème biologique désigne tous les organismes qui y vivent ainsi que l'environnement physique qui entoure ces organismes et se caractérise par un équilibre entre tous ces éléments. C'est la base du concept d'écosystème d'affaires, dans une perspective de promouvoir le développement technologique et l'innovation.

Iansiti et Levien utilisent également l'analogie entre écosystème naturel et écosystème d'affaires : « Comme les réseaux d'affaires, les écosystèmes biologiques se caractérisent par un grand nombre de participants librement interconnectés qui dépendent les uns des autres pour leur efficacité mutuelle et leur survie. Et comme les participants à un réseau d'affaires, les espèces biologiques des écosystèmes partagent leur destin les unes avec les autres. Si l'écosystème est sain, les espèces individuelles prospèrent. Si l'écosystème est malsain, les espèces individuelles souffrent profondément. Et comme pour les écosystèmes d'affaires, les renversements de situation dans la santé globale de l'écosystème peuvent survenir très rapidement. » (Iansiti and Levien, 2004). Iansiti et Levien indiquent trois facteurs de succès d'un écosystème d'affaires. Tout d'abord la productivité : un écosystème d'affaires doit être capable de créer de la valeur. Il doit également être capable de se transformer quand l'environnement change, il doit faire preuve de robustesse. Finalement, il doit être capable de créer des opportunités pour de nouvelles entreprises, il doit favoriser la coopération. Contrairement à ceux des écosystèmes naturels, les acteurs des écosystèmes d'affaires sont capables de planifier et de prévoir le futur. De plus, leur objectif n'est pas de survivre, mais de délivrer de l'innovation.

Le concept d'écosystème d'innovation a été développé afin de désigner le processus de création de valeur commune, inspiré de celui de l'écosystème d'affaires (Adner, 2006). Alors que le concept d'écosystème d'affaires est principalement lié à la notion de capture de la valeur, celui d'écosystème d'innovation est lié à la création de la valeur (Gomes et al., 2018). Un écosystème d'innovation est composé de ressources matérielles et humaines et comprend à la fois des entités de recherche, des entités commerciales et d'autres acteurs tels que les gouvernements ou des milieux associatifs. Pour atteindre le cercle vertueux similaire à l'écosystème biologique, Jackson (2011) indique que les gains engendrés par les innovations doivent être réinvestis dans la recherche pour permettre ensuite de générer plus de profit.

On peut finalement définir un écosystème d'innovation comme « l'ensemble évolutif d'acteurs, d'activités et d'artefacts, ainsi que les institutions et relations, y compris les relations complémentaires et de substitution, qui sont importantes pour la performance innovante d'un acteur ou d'une population d'acteurs » (traduit en français à partir de l'article de Granstranda et Holgersson, 2020, p.1). La modularité et la complémentarité des acteurs sont des facteurs essentiels de l'émergence et la croissance d'écosystèmes. Si ces facteurs peuvent être conçus par des entreprises cherchant à créer un écosystème, certains écosystèmes peuvent également apparaître involontairement (Jacobides et al., 2018).

Plusieurs théories ont été développées pour expliquer pourquoi des entreprises similaires se rapprochent géographiquement les unes des autres et en quoi cela favorise l'innovation (Porter, 1998; Bresnahan and Gambardella, 2004). De nouvelles relations de collaboration ont plus de chance d'émerger entre des entités proches géographiquement (Powell, 2005). Cela s'explique par le fait que se trouver proche d'entreprises similaires ou auxquelles une entreprise est reliée permet d'avoir des opportunités fréquentes d'échanges tant formels qu'informels ce qui accélère le processus d'apprentissage collectif (Maskell and Malmberg, 1999). Le fait d'être proche de ses concurrents permet d'avoir le même accès qu'eux à la concentration de talents et aux aides régionales dans un domaine précis. Être proche de ses fournisseurs et clients permet de minimiser les coûts de transactions. La digitalisation et la diminution des coûts de transport ont permis aux firmes de s'éloigner de leurs fournisseurs et clients. Par contre, cela n'a pas entraîné l'éloignement des partenaires et concurrents.

Le concept d'écosystème d'innovation est apparu alors que de nombreux concepts désignant des regroupements d'acteurs dans un domaine donné existaient déjà. On peut citer par exemple les termes parc technologique, technopole, pôle d'innovation, système régional d'innovation. D'après les dernières publications scientifiques à propos des écosystèmes d'affaires, ce concept semble se distinguer des précédents par les différents points (Oh et al., 2016) :

- Une plus grande appréciation des connexions entre les différents acteurs d'innovation ;

- Une plus grande numérisation pour la transmission d'informations et la communication ;
- Une plus grande importance portée au marché ;
- Une émergence de l'innovation ouverte permettant de combiner les idées provenant de différentes sources pour créer de nouveaux produits.

La réussite des entreprises d'un même écosystème est fortement corrélée. Pour se développer, les entreprises doivent coopérer et construire un écosystème dans lequel l'innovation est ouverte (Zhang et al., 2014). D'après Power et Jejian, une entreprise ne peut être gérée seule et doit gérer l'écosystème complet qui l'entoure. Quatre types d'acteurs sont à considérer : les actionnaires, les employés, les entreprises partenaires et/ou concurrentes et les clients (Power and Jerjian, 2001).

La partie précédente vise à introduire la notion d'écosystèmes, mais ne cherche pas à faire une revue complète de la littérature. Différentes revues de littérature sur la notion d'écosystème d'innovation ont été faites récemment. Celle de Gomes et al. (2018) sert de base pour ce mémoire.

2.2 Méthodes de cartographie d'écosystèmes

L'analyse des écosystèmes et leurs visualisations aident à comprendre la structure du réseau entre les différents acteurs, les interconnexions et interdépendances.

Afin d'analyser un écosystème, plusieurs méthodes peuvent être employées. La littérature comprend notamment des analyses grâce à des listes, des matrices ou des représentations en réseau. De par sa rapidité de compréhension et sa flexibilité notamment, l'analyse en réseau apparaît plus utile que les analyses par liste ou matrices (Basole et al., 2016).

La visualisation par réseau est en effet un moyen efficace de représenter les interactions interfirme complexes qui caractérisent un écosystème d'affaires. Les différentes méthodes de cartographie employées permettent par exemple de visualiser :

- l'importance relative des différents acteurs par la taille des points ;
- leurs interconnexions par des traits entre ces points ;
- les segments de marché par des disques ;
- les relations des firmes avec différents segments de marché par des traits ;
- les risques de distribution par la couleur (de vert pour faibles à rouge pour élevés) (Basole, 2014).

Un outil de visualisation interactif a même été développé afin de représenter l'écosystème

des téléphones mobiles : Dotlink360. Cet outil facilite l'analyse des relations interfirmes au sein d'un écosystème d'affaires et permet ainsi de comprendre rapidement la dynamique de l'écosystème (Basole et al., 2013).

Les méthodes actuelles de cartographie d'écosystèmes permettent donc de représenter les acteurs de l'écosystème, leurs interactions et les marchés auxquels ils sont reliés.

On retrouve dans la littérature plusieurs méthodes de cartographie, six d'entre elles sont présentées et analysées dans les lignes qui suivent. L'objectif de cette étude est de déterminer la méthode la plus appropriée pour répondre à la question de recherche. Bien que les notions d'écosystèmes d'affaires et d'innovation ne soient pas exactement les mêmes, les différentes méthodes de cartographies existantes pour ces deux types d'écosystèmes ont été étudiées. En effet, l'objectif de l'étude est d'analyser l'écosystème dans sa globalité, que ce soit ensuite pour créer ou capturer de la valeur.

2.2.1 Cartographie du plan d'action de valeur

Lors de la mise sur le marché d'une innovation, la réussite ne tient pas seulement à l'innovation en elle-même, mais à l'ensemble des interactions entre les acteurs de l'écosystème qui abrite le lancement de cette innovation. Une innovation à succès résulte d'un travail collaboratif. Il ne suffit donc plus de diriger l'innovation au sein de l'entreprise, il faut maintenant diriger l'écosystème d'innovation. Le succès commercial repose non seulement sur le risque d'exécution (capacité à créer le produit) mais aussi sur les risques de co-innovation et d'adoption (Adner, 2012).

Afin de répondre à cette problématique, Adner a développé la méthode de cartographie du plan d'action de valeur (Value Blueprint Mapping). Cette méthode permet de représenter les risques associés au lancement d'un produit ou service. Elle permet de créer une cartographie qui représente l'entreprise, les partenaires, les fournisseurs et les clients reliés au lancement d'un produit ou service afin de montrer les dépendances entre les différents acteurs de l'écosystème d'innovation. Des indicateurs de couleur, allant du rouge au vert, permettent de représenter le risque d'adoption et le risque de co-innovation. Pour que le produit ait le plus de chances de succès, il faut que le maximum d'indicateurs soient au vert. Lorsque tous les indicateurs sont au vert, cela signifie que tous les acteurs sont en faveur de la mise en place du produit/service, on est dans un écosystème « gagnant-gagnant ».

La réalisation de cette cartographie s'effectue en plusieurs étapes :

1. Identifier le consommateur final
2. Identifier le produit central de la cartographie : « Qu'a-t-on besoin de délivrer » ;

3. Identifier les fournisseurs : « De quoi avons-nous besoin pour construire notre offre ? » ;
4. Identifier les intermédiaires : « Qui se place entre nous et les consommateurs finaux ? » ;
5. Identifier les compléments : pour chaque intermédiaire, identifier si quelque chose d'autre doit être produit avant que l'intermédiaire puisse adopter notre produit ;
6. Identifier les risques dans l'écosystème : pour chaque élément de la cartographie, identifier le niveau de risque de co-innovation et le niveau de risque d'adoption ;
7. Pour chaque partenaire dont le statut n'est pas vert : essayer de comprendre la cause du problème et identifier une solution viable ;
8. Mettre à jour la cartographie de manière régulière.

Cette méthode permet d'intégrer la prise en compte d'autres acteurs de l'écosystème en identifiant les risques associés au lancement d'un produit ou service. Cette méthode ne permet cependant pas de représenter l'écosystème global, car elle est centrée sur un produit/service.

Cette méthode de cartographie pourrait être combinée avec une méthode de création de feuille de route centrée elle aussi sur un produit/service. La réalisation de la cartographie permettrait d'identifier les acteurs importants pour le succès de ce produit/service et de les convoquer pour faire la conception de feuilles de route de l'écosystème et de l'entreprise à l'origine du produit/service en question. Cela permettrait aux différents acteurs de définir ensemble ce qu'il faudrait faire pour que l'écosystème soit « gagnant-gagnant » donc tout au vert.

2.2.2 Méthode d'analyse de réseau d'écosystèmes d'affaires

La méthode d'analyse de réseau d'écosystèmes d'affaires, appelée méthode MOBENA (methodology of business ecosystem network analysis), a initialement été développée pour l'écosystème des télécommunications lors d'une étude menée au sein de Telecom Italia Future Centre (Battistella et al., 2013). Elle permet de représenter les relations tangibles et intangibles entre les différents acteurs d'un écosystème et permet d'avoir des guides stratégiques en prenant en compte certains indicateurs. Cette méthode permet d'obtenir une cartographie complète et précise d'un écosystème.

Les analyses se basent sur des flux monétaires pour les relations tangibles. Elles permettent de mesurer la densité et la centralisation d'un écosystème, l'importance et l'influence des différents acteurs et d'identifier de nouvelles opportunités d'affaires. La principale difficulté de cette méthode réside dans le recueil des données et informations nécessaires à sa mise en place.

Elle se déroule en quatre étapes d'analyse (Battistella et al., 2013) :

1. Définition du périmètre de l'écosystème, ses acteurs et leurs relations. Le but de cette étape est de reconnaître autour de quoi se base l'écosystème, de trouver les éléments constitutifs de l'écosystème et leurs relations. On identifie dans cette étape les informations pertinentes à collecter sur les acteurs et les technologies.
2. Représentation de l'écosystème et validation par les données. La représentation graphique de l'écosystème se fait d'après une matrice de connectivité qui contient les liens entre les différents acteurs. La validation du modèle initial de l'écosystème doit être faite d'après certains critères. Elle peut se faire par : brainstorming, comparaison avec la littérature existante, avec des documents officiels ou par contact direct avec les acteurs qui appartiennent à l'écosystème.
3. Analyses de l'écosystème. L'objectif cette partie est d'évaluer les comportements de l'écosystème (passés, actuels et futures) afin comprendre comment la valeur est distribuée dans l'écosystème.
4. Évolution de l'écosystème.

Alors que cette méthode peut permettre de fournir une cartographie complète de l'écosystème et de prendre en compte les évolutions futures de cet écosystème, le recueil d'informations peut s'avérer compliqué. Il est important de bien définir quelles sont les informations réellement nécessaires pour l'analyse souhaitée et de définir une méthode de récolte de ces informations en fonction.

Une cartographie réalisée à partir de la méthode MOBENA pourrait fournir une première visualisation de l'écosystème et permettre de repérer les acteurs et caractéristiques de l'écosystème à prendre en compte pour la réalisation d'une feuille de route. Les informations contenues dans la cartographie, mais aussi celles recueillies suite à son analyse seraient des informations très précieuses à intégrer à la conception d'une feuille de route.

2.2.3 Cartographie de la valeur d'un écosystème d'affaires

The Institute for Manufacturing (IfM) a développé la méthode de cartographie de la valeur d'un écosystème d'affaires (Business ecosystem value mapping) dans le but de permettre aux managers de visualiser et de comprendre la complexité de l'écosystème qui entoure leur entreprise (Urmetzer et al., 2019). Cette méthode a été développée dans le but d'aider une entreprise à fournir une réponse concurrentielle à un appel d'offres en trouvant de nouveaux partenariats.

La méthode est prévue pour être réalisée lors d'un atelier de deux jours et se déroule en 7 étapes :

1. Développer la cartographie de l'écosystème ;
2. Créer une liste de membres de l'écosystème et la réduire en utilisant certains critères ;
3. Examiner cette liste et identifier les relations avec le plus de valeur potentielle ;
4. Rédiger de courts résumés pour les membres les plus importants ;
5. Examiner les options d'échange de valeur pour les relations clés ;
6. Générer des configurations de partenariats ;
7. Sélectionner les configurations les plus prometteuses et développer ces solutions.

Si cette méthode est très efficace pour rencontrer de nouveaux partenaires, elle repose sur la participation de plusieurs personnes lors d'un atelier de deux jours, ce qui n'est pas toujours facile à obtenir.

Cette méthode pourrait être couplée à une méthode de conception de feuilles de route de la manière suivante : une fois les partenariats les plus prometteurs sélectionnés, les représentants des différentes entités pourraient être invités à un second atelier dans le but cette fois de concevoir une feuille de route qui accorderait les besoins et ambitions des différents acteurs.

2.2.4 Cadre de modelage et d'analyse des écosystèmes d'affaires

Le cadre de modelage et d'analyse des écosystèmes d'affaires (framework for business ecosystem analysis and modeling) a été développé par Tian et al. (2008). Cette méthode permet l'analyse d'écosystèmes comprenant un réseau d'entités d'affaires interconnectées. Elle permet de modéliser l'écosystème, de faire des simulations et d'analyser les interactions au sein de l'écosystème.

Cette méthode intègre des méthodes de modélisation de réseaux de valeur, d'analyse de la théorie des jeux et de systèmes multiagents afin de comprendre comment les décisions prises par un acteur affectent celles des autres acteurs. L'objectif de la méthode est de donner un aperçu de la répartition de la valeur entre les entités et d'évaluer la performance du modèle d'entreprise dans différents scénarios.

L'intérêt principal de cette méthode est qu'elle permet de capturer les interactions dynamiques entre les différentes entités de l'écosystème. Elle nécessite cependant beaucoup d'études d'interactions et de simulations afin d'être bien représentative de la réalité.

L'utilisation de cette méthode permet de repérer l'influence des actions des autres acteurs de l'écosystème sur une entreprise. Elle pourrait être utilisée afin de repérer les acteurs ayant

le plus d'impact sur l'entreprise étudiée afin de réaliser dans un second temps une feuille de route pour cette entreprise faisant intervenir les différents acteurs identifiés. La feuille de route ainsi créée prendrait donc bien en compte la dynamique de l'écosystème et permettrait à l'entreprise et aux acteurs l'entourant de s'assurer de la synergie entre leurs développements.

2.2.5 Cadre 6C

Le Cadre 6C (6C framework) a été développé par Rong et al. (2015).

Les écosystèmes d'affaires basés sur l'internet des objets sont plus complexes qu'un simple réseau d'approvisionnement, car ils sont composés de différents acteurs qui co-évoluent au sein de l'écosystème. Le cadre d'analyse 6C vise à permettre une meilleure compréhension de ces écosystèmes complexes. Il se base sur le modèle 3C (Zhang et al., 2007) qui permet d'analyser les systèmes en réseau classique. Les trois dimensions du 3C sont le contexte, la configuration et la capabilité. Le modèle 6C ajoute l'étude de la coopération, de la construction de l'écosystème et du changement.

Les données sont récoltées grâce à des entretiens avec les gestionnaires d'après une liste prédéfinie de questions qui ciblent les 6 dimensions du modèle. Ces données sont ensuite codées puis analysées avec la méthode de correspondance de motifs.

Le cadre d'analyse 6C a été conçu pour les écosystèmes basés sur l'internet des objets, afin d'être généralisé aux autres écosystèmes émergents, la liste de questions doit être adaptée. Si la réalisation d'entretiens peut-être assez longue et complexe à mettre en place, les informations fournies permettent de comprendre la complexité d'un écosystème de manière précise. De plus, puisque les questions peuvent être adaptées aux besoins de l'étude, les informations récoltées seront totalement en lien avec ceux-ci.

Cette méthode pourrait être complétée par une méthode de conception de feuilles de route prenant comme point de départ les informations obtenues lors des entretiens. Les résultats de la feuille de route seraient ainsi vraiment en lien avec la réalité de l'écosystème.

2.2.6 Intelligence des écosystèmes d'affaires visuels

Les chercheurs du Georgia Institute of Technologie ont développé un outil permettant de visualiser les écosystèmes d'affaires appelé Intelligence des écosystèmes d'affaires visuels (Visual Business Ecosystem Intelligence) (Basole, 2014). Cela permet de rendre les données plus accessibles et plus « digestes » afin de comprendre la structure du réseau, les interconnexions et interdépendances entre les différents acteurs et de prendre des décisions stratégiques.

L'utilisation de cet outil facilite l'identification des risques et permet une plus grande transparence de la chaîne d'approvisionnement. Il permet également d'identifier les niveaux de coopération entre les différents acteurs. L'utilisation d'un tel outil facilite aussi la communication étant donné que la compréhension est plus simple pour tous les acteurs qui ont accès à ces représentations graphiques. L'outil propose plusieurs types de visualisations pour aider au mieux à la compréhension des données étudiées. Pour créer ces représentations graphiques, les chercheurs ont décidé de combiner les données provenant de l'entreprise avec des données publiques afin d'augmenter la fiabilité des données.

L'outil développé est centré sur l'utilisateur et est organisé en trois phases :

- Pré design : analyses de la situation actuelle, choix des bases de données pertinentes ;
- Prototype : organisation des données, proposition de solutions ;
- Finalisation : mise en place de l'outil.

Il a été développé pour trois scénarios :

1. Gérer les risques de la chaîne d'approvisionnement ;
2. Représenter les forces et faiblesses des compétiteurs ;
3. Identifier les réseaux de capitaux de risque.

Cette méthode permet donc d'identifier les risques de la chaîne d'approvisionnement et de représenter les forces et faiblesses des différents compétiteurs. Une des limites de cette méthode est qu'elle requiert l'utilisation de beaucoup de données et qu'il est parfois difficile d'obtenir des données utilisables, notamment sur de potentiels compétiteurs.

Cette méthode aide à comprendre les interconnexions entre les différents acteurs. Elle pourrait être réalisée avant un processus de conception de feuilles de route afin d'identifier les acteurs principaux à prendre en compte. Différentes informations sur ces acteurs seraient très utiles pour définir une feuille de route. On pourrait même imaginer la participation de certains de ces acteurs au processus de conception de feuilles de route.

2.2.7 Résumé des avantages et inconvénients de chaque méthode

Chaque méthode a été développée dans un certain contexte d'application et possède donc ses propres avantages et inconvénients. Ceux-ci sont résumés dans le tableau 2.1.

Tableau 2.1 Résumé des avantages et inconvénients des principales méthodes de cartographie d'écosystème.

Méthode	Description	Avantages	Inconvénients
Cartographie du plan d'action de valeur (Adner, 2012)	Représente tous les acteurs reliés au développement d'un produit/service. Utilise des voyants de couleur (vert/jaune/rouge) pour représenter le risque de co-innovation et d'adoption.	Permet d'identifier et de visualiser les risques associés au lancement de ce produit/service et d'apporter des changements pour les limiter.	Centré sur la chaîne de commercialisation d'un produit/service plus que sur l'écosystème global.
Méthode d'analyse de réseau d'écosystèmes d'affaires (Battistella et al., 2013)	Représente les relations tangibles et intangibles entre les différents acteurs d'un écosystème. Permet de mesurer sa densité et sa centralisation. Permet de mesurer l'importance et l'influence des différents acteurs.	Fournit une cartographie complète et précise de l'écosystème. Prend en compte les perspectives futures.	Difficulté pour recueillir toutes les données et informations nécessaires.
Cartographie de la valeur d'un écosystème d'affaires (Urmetzer et al., 2019)	FMéthode basée sur une pré-analyse de veille technologique permettant d'identifier les relations avec le plus haut potentiel de création de valeur.	Permet de trouver de nouveaux partenariats et de renforcer l'écosystème.	Nécessite la présence de plusieurs participants pour un atelier de deux jours.
Cadre de modelage et d'analyse des écosystèmes d'affaires(Tian et al., 2008)	Utilise la théorie des jeux pour comprendre comment les décisions prises par un acteur affectent celles des autres acteurs. Permet de modéliser l'écosystème de manière dynamique, de faire des simulations et des analyses de la répartition de la valeur dans l'écosystème.	Permet de capturer les interactions dynamiques entre les différentes entités de l'écosystème.	Méthode assez complexe à mettre en place, nécessite beaucoup d'études d'interactions et de simulations.
Cadre 6C(Rong et al., 2015)	Permet d'analyser un écosystème basé sur l'IdO . Utilise 6 critères : contexte, coopération, construit, configuration, capacité et changement Les données sont récoltées par entretiens suivant une liste de questions prédéfinies ciblant les 6 critères.	Permet de comprendre la complexité d'un écosystème de manière assez précise.	Récolte de données par entretiens qui peut prendre plusieurs mois.
Intelligence Intelligence des écosystèmes d'affaires visuels (Basole, 2014)	Aide à comprendre la structure du réseau, les interconnexions et interdépendances entre les différents acteurs. Analyses basées sur les données de l'entreprise et des données publiques.	Permet d'identifier les risques de la chaîne d'approvisionnement et de représenter les forces et faiblesses des différents compétiteurs.	Nécessite beaucoup de données. Difficulté à obtenir des données utilisables.

On retrouve des points communs à toutes les méthodes permettant de réaliser des cartographies. On peut résumer les étapes essentielles ainsi :

1. Identification des principaux acteurs de l'écosystème ;
2. Recueil d'informations sur ces acteurs (ce recueil peut être fait à partir de données secondaires : informations publiques disponibles ou propres à chaque acteur ou bien de données primaires : enquête par questionnaire ou réalisation d'entrevue) ;
3. Identification des connexions entre les acteurs ;
4. Représentation visuelle de l'écosystème ;
5. Analyse de l'écosystème.

Certaines méthodes ajoutent à ce modèle de base des spécificités :

- Identification et représentation des risques associés au lancement d'un produit ou service ;
- Pré-analyse par veille technologique ;
- Prise en compte des perspectives futures de l'écosystème ;
- Identification de relations futures ;
- Prise en compte de l'influence sur l'écosystème des décisions prises par les acteurs ;
- Identification des risques de la chaîne d'approvisionnement ;
- Représentation des forces et faiblesses des différents acteurs.

Le recueil de données d'intérêt est souvent le point le plus compliqué de la réalisation de la cartographie. Utiliser des données secondaires afin de présélectionner certains acteurs d'intérêt puis réaliser une récolte de données primaire (entrevues ou questionnaires) seulement auprès de ces acteurs pourrait être une solution face à cette difficulté. Alors que les données secondaires sont souvent plus faciles d'accès, les données primaires sont récoltées spécifiquement pour l'étude et peuvent donc répondre au mieux aux besoins de l'étude.

Quelque soit la méthode sélectionnée, la réalisation d'une cartographie peut être une très bonne première étape avant la réalisation d'une feuille de route. Elle permet en effet d'avoir une bonne compréhension de l'écosystème, de ses caractéristiques, de ses besoins, de sa dynamique et de ses possibles évolutions. Dans le cas d'une cartographie réalisée comme première étape d'un processus de positionnement stratégique pour une entreprise, les points les plus importants à prendre en compte sont :

- L'identification des acteurs en lien avec le développement de l'entreprise ;
- La compréhension de leurs principales caractéristiques qui pourraient être en lien avec ce qu'offre ou demande l'entreprise ;

- La prise en compte de leurs perspectives d'évolution qui pourraient influencer l'entreprise.

Ces différentes informations peuvent servir de point de départ à un processus de positionnement stratégique et permettraient de créer une feuille de route en lien avec la réalité de l'écosystème.

2.3 Méthodes de positionnement stratégique

Pour qu'une innovation réussisse, il faut que l'entreprise suive ses partenaires et potentiels clients comme on suivrait son propre processus de développement (Adner, 2006). L'analyse de l'écosystème est donc primordiale pour que l'entreprise puisse évaluer les risques qu'il implique. Les menaces pour une entreprise ne viennent pas seulement des concurrents. Les produits de substitution, les clients et fournisseurs présentent également une menace plus ou moins grande selon le secteur. La solution pour être moins vulnérable est donc d'entretenir des relations solides avec ses fournisseurs et clients (Porter, 1979, 1998). Après avoir évalué ces risques, l'entreprise doit développer sa stratégie d'innovation en considérant où et quand s'implanter. Les entreprises qui se développent dans un écosystème peuvent choisir d'adopter un rôle actif ou passif. Diriger l'écosystème peut permettre à une entreprise d'orienter son développement pour qu'il aille dans le sens de ses propres forces. Cependant, diriger l'écosystème nécessite beaucoup d'investissements pendant une longue période avant de pouvoir voir les résultats (Iansiti and Levien, 2002). Quel que soit le rôle que choisit l'entreprise, elle doit être capable d'analyser l'écosystème pour évaluer les risques et la manière dont elle doit se positionner dans cet écosystème pour optimiser son développement. Une cartographie de l'écosystème peut donc être une première étape intéressante avant de réaliser une feuille de route.

Les méthodes de conception de feuilles de route technologiques ont été initiées dans les années 1970 par Motorola, qui a créé la première feuille de route dans le but d'améliorer son développement de produits (Willyard and McClees, 1987). Au cours des 20 dernières années, de nombreuses méthodes de feuilles de route ont vu le jour. Si ces méthodes divergent en termes d'orientation, de méthode de recherche ou en ce qui concerne la nature de leurs contributions, elles ne sont pas contradictoires, mais bien complémentaires (Parka et al., 2020).

Objectifs

La conception de feuilles de route est une approche permettant de créer un planning d'affaires et de produits en prenant en compte des considérations technologiques (Phaal et al., 2001). Il

consiste à explorer en parallèle l'évolution du marché, des produits et des technologies puis à lier ensemble ces différentes perspectives (Phaal et al., 2003). Il peut permettre de supporter la planification stratégique des affaires, la planification produit-technologie et la planification de procédés (Phaal et al., 2003).

La conception de feuilles de route est utilisée comme un outil pour anticiper le futur et indiquer les actions qui peuvent être prises pour que l'entreprise trouve sa place dans ce futur (Gindy et al., 2006). Cette méthode peut être utilisée comme un cadre pour supporter la recherche et le développement de nouvelles technologies et produits. Elle permet d'identifier et d'acquérir les technologies essentielles en avance et de supporter la stratégie de R-D afin de maintenir un avantage compétitif et ne pas se faire dépasser par une technologie de rupture (Gindy et al., 2006; Lee et al., 2012, 2007).

La feuille de route aide à répondre aux questions suivantes :

- où sommes nous maintenant ?
- où allons nous ?
- comment allons nous faire pour aller de ce point de départ à ce point d'arrivée ? (Ilevbare et al., 2011; Phaal, 2019).

La méthode de conception de feuilles de route permet de représenter graphiquement les enjeux de différents secteurs clés d'une entreprise et ainsi de guider la prise de décisions stratégiques. La représentation visuelle de la feuille de route améliore la clarté et la transparence de la prise de décisions au sein d'une entreprise et permet de justifier l'allocation des ressources aux différents projets technologiques. La mise en place d'une feuille de route permet finalement : d'identifier les lacunes, de prioriser les enjeux, de créer des plans d'action et de communiquer au sein de l'organisation (Gindy et al., 2006).

Comment favoriser le succès d'une feuille de route

Les savoirs et l'expertise jouent un rôle clé dans la création de la feuille de route. Bob Galvin, le CEO de Motorola à l'époque à laquelle les méthodes de conception de feuilles de route ont été créées, le définit ainsi : « Une feuille de route est une vision étendue sur l'avenir d'un domaine choisi, composé des connaissances et de l'imagination collective des plus brillants moteurs de changement dans ce domaine » (Phaal, 2019).

Voici la liste des points facilitant le succès de la conception d'une feuille de route (Phaal, 2019) :

- La feuille de route doit être liée à des initiatives stratégiques plus larges ;
- Il est plus facile de créer une feuille de route dans une infrastructure existante ;
- Il doit y avoir une notion d'urgence pour mobiliser les participants ;

- Créer un très fort niveau d’engagement dès le départ est crucial ;
- Il faut impliquer dans le processus les personnes des entreprises qui prennent des décisions pour avoir un réel impact ;
- L’approche doit être personnalisée ;
- L’agenda doit être flexible puisque la conception de feuilles de route doit l’être par nature ;
- Il faut que les participants soient ouverts d’esprit pour encourager à la réflexion ;
- La conception de feuilles de route est un processus itératif qui doit être réitéré après la première feuille de route.

Enfin, le processus de création de la feuille de route est aussi important que le résultat en lui-même. Il permet d’identifier, de contextualiser et de prioriser les manques d’informations au niveau du marché, des produits et des technologies (Phaal et al., 2003).

Méthodes de conception de feuilles de route

Le processus de conception de feuilles de route se fait généralement en quatre étapes principales : planification, données et analyses, résultats des feuilles de route et interprétation, mise en place (Ilevbare et al., 2011). Le format de la feuille de route peut être graphique, textuel, imagé, à un ou plusieurs étages ou une combinaison de cela suivant l’objectif de la feuille de route (Phaal et al., 2003). Le format le plus utilisé par les entreprises est un graphique multiétage, avec le temps le long de l’axe horizontal et les relations entre chaque secteur clé sur chaque étage (Phaal et al., 2001; Gindy et al., 2006). La forme le plus communément utilisée correspond à la forme générique proposée par EIRMA (EIRMA, 1997). Ce modèle est présenté figure 2.1.

Le schéma de feuille de route le plus flexible et puissant est le schéma multiétages avec le temps sur l’axe horizontal. Ce schéma permet de représenter aussi bien la demande que l’offre et donc l’innovation par la demande (« market pull » en anglais) et l’innovation par l’offre (« technology push » en anglais). D’autres formats peuvent cependant être plus adaptés pour la communication (Lee et al., 2007).

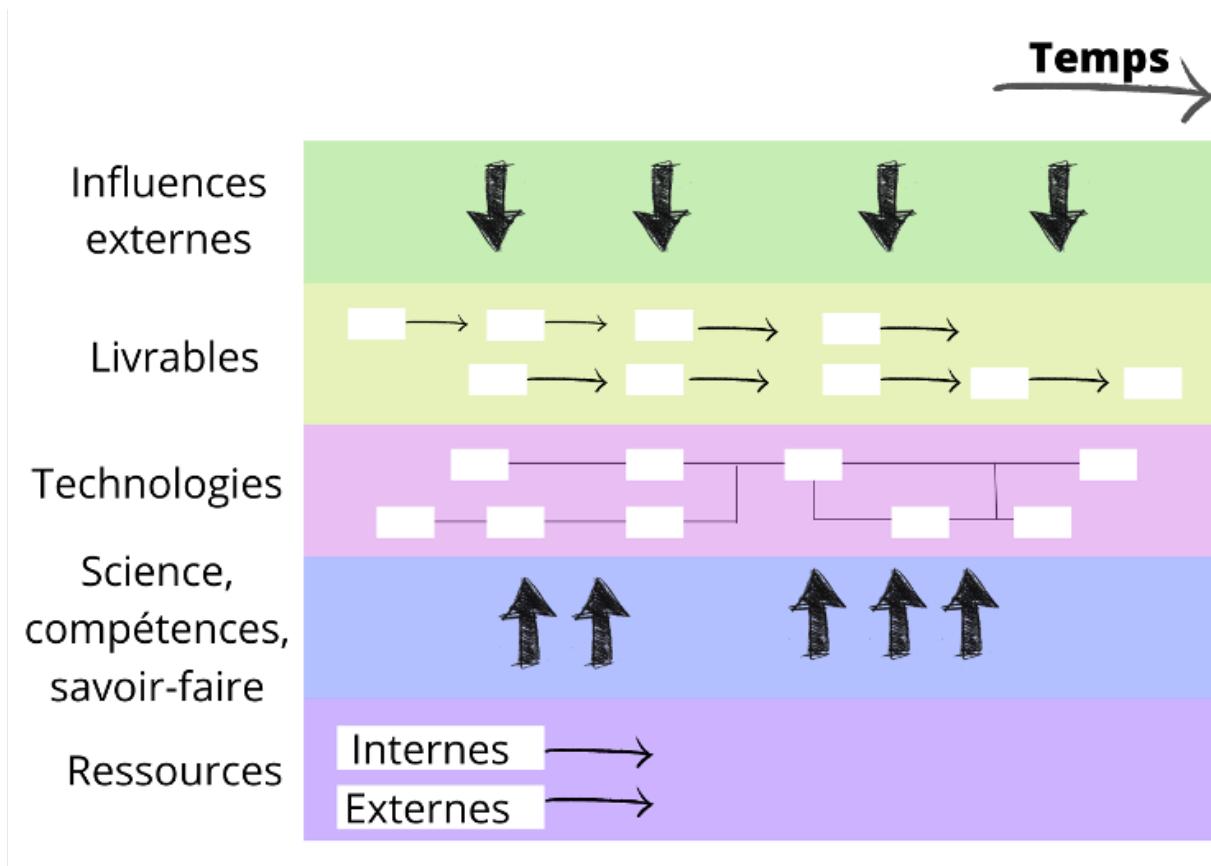


Figure 2.1 Format générique de feuille de route, reproduit d'après le modèle proposé par EIRMA (1997)

Il n'existe pas de méthodologie unique, mais une multitude de feuilles de route ayant différents objectifs et formats. Cela vient du fait qu'il n'existe pas de standard défini pour la conception de feuilles de route, mais également du fait que la feuille de route doit être particulièrement bien adaptée aux besoins de l'organisation qui la met en place. Une feuille de route peut être définie pour une entreprise, pour un service, pour un groupe d'entreprises, et même pour un secteur au niveau national. S'il existe diverses formes de feuilles de route, il y a peu de supports détaillés disponibles pour accompagner les entreprises dans la mise en place de leur première feuille de route. C'est pourquoi la réalisation d'une feuille de route représente souvent un défi pour les entreprises (Phaal et al., 2001). D'après les organisations ayant adopté le processus de conception de feuilles de route, les trois plus grands défis du processus sont : la difficulté à garder le processus actif de manière continue, débuter le processus, développer une méthode robuste (Phaal et al., 2003; Phaal, 2019).

Certaines méthodes de conception de feuilles de route remontent à la fin des années 90 : on peut citer par exemple la méthode de Groenveld (1997) et celle de Bray et Garcia (1997). Ce sont des méthodes en plusieurs étapes, mais dont la description est très rapide et les études de cas très courtes. Elles sont donc difficilement mises en place par des entreprises novices dans ce domaine. Pour répondre à cette question, de nouvelles méthodes ont été créées dans les années 2000, souvent beaucoup plus détaillées et avec des études de cas permettant de bien comprendre tous les aspects de ces méthodes.

2.3.1 Les méthodes de départ rapide de l'IfM : la méthode T-Plan et la méthode S-Plan

Les deux méthodes de départ rapide (fast-start), développées par l'IfM, proposent justement une manière robuste d'initier le processus de conception de feuilles de route au sein d'une entreprise. Ces méthodes sont bien expliquées et simples à mettre en place. Une fois la première feuille de route créée, le processus doit ensuite être réitéré régulièrement.

Le T-Plan (pour planification technologique) et le S-Plan (pour planification stratégique) font partie de cette méthode de départ rapide (Phaal et al., 2001). Le S-Plan est plus général et permet l'évaluation stratégique et l'identification de nouvelles opportunités. Le T-Plan se concentre plus sur le développement d'un produit ou d'une technologie. Ces deux méthodes nécessitent la réalisation d'ateliers. Ceux-ci doivent inclure des personnes ayant un rôle plutôt technique et d'autres un rôle plutôt commercial (Phaal et al., 2003). Le processus du S-Plan prévoit un seul atelier avec des sous-groupes alors que celui du T-plan prévoit quatre plus petits ateliers. Les méthodes sont cependant similaires. Les deux processus sont décrits plus en détail ci-dessous.

T-Plan

Le processus se décline sur quatre ateliers d'une demi-journée chacun. Les trois premiers se focalisent chacun sur un niveau clé (marché, produit/service et technologie) et le dernier permet de rassembler les éléments des trois premiers ateliers sur une feuille de route globale (Phaal et al., 2003).

Cette méthode représente néanmoins la contrainte de nécessiter la présence lors des ateliers d'un certain nombre d'employés occupant des postes à responsabilité dans l'entreprise afin de réaliser une feuille de route pertinente pour l'entreprise.

La méthode du T-Plan est flexible et doit être adaptée pour convenir au contexte particulier de l'organisme qui veut utiliser cette méthode (Phaal et al., 2001). Si elle a l'avantage de

fournir une feuille de route précise pour un produit/service, cette méthode ne permet pas de créer une feuille de route globale pour une entreprise.

S-Plan

Contrairement à la méthode T-Plan, la méthode S-Plan n'est pas centrée autour d'un produit spécifique, mais vise à produire une feuille de route stratégique globale pour l'entreprise. Cette feuille de route se compose de trois étages : un pour les besoins du marché, un pour le développement de produits et le dernier pour le développement de technologies.

La méthode originale s'effectue en un seul atelier pendant lequel une grande feuille de route est créée, sur laquelle des petits groupes vont travailler chacun sur un sujet spécifique en détail (Phaal, 2019). Le processus se déroule en trois étapes :

- Réalisation d'une feuille de route globale (« Strategic landscape »), permettant d'aligner les visions des différents participants concernant l'évolution globale de l'entreprise. Cette étape permet de déterminer des sujets d'intérêts précis nécessitant une exploration plus profonde.
- Réalisation de feuilles de route spécifiques par petits groupes sur ces sujets (« Topic exploration »). Ces feuilles de route permettent de déterminer les points clés du sujet : barrières, risques, facilitateurs, manques d'informations,etc.
- Restitution (« Review ») : les différentes feuilles de route sont présentées et discutées (Phaal et al., 2010).

Alors que la méthode S-Plan permet de créer une feuille de route stratégique globale pour l'entreprise, elle rentre moins en profondeur dans les différents sujets que la méthode T-Plan. Il peut être envisagé de compléter la méthode S-Plan par différents processus T-Plan pour chacun des sujets identifiés avec la méthode S-Plan.

Ces deux méthodes peuvent permettre de prendre en compte l'écosystème. La différence est l'orientation de la feuille de route créée. Alors que la méthode T-Plan se concentre sur un produit, la méthode S-Plan permet de créer une feuille de route générale pour l'entreprise. Dans les deux cas, il faut identifier les acteurs entourant l'entreprise à propos desquels il faut des informations afin de les intégrer à la feuille de route. La réalisation préalable d'une cartographie peut permettre d'identifier des potentiels clients de l'entreprise dont les informations serviront à remplir l'étage de la feuille de route sur les besoins du marché.

2.3.2 TechStrategy

Contrairement au T-Plan ou au S-Plan qui sont centrés sur un produit ou une entreprise, la méthode TechStrategy permet de créer des feuilles de route centrées spécifiquement pour la R-D. Il s'agit d'une des rares méthodes orientées innovation par l'offre (« techno push »). Elle permet de prévoir les futures technologies, de mettre en place la stratégie R-D, de coordonner les programmes de R-D et de développer un plan de R-D. Cette méthode est très flexible et doit être adaptée en fonction des besoins de l'entreprise. Le niveau de maturité technologique (« Technology Readiness Level » ou « TRL » en anglais) des technologies sélectionnées peut être fixé en fonction des besoins de l'entreprise. Si elle souhaite se concentrer sur la mise sur le marché de technologies avancées, un TRL élevé devra être fixé pour la sélection des technologies. Au contraire, si l'entreprise souhaite orienter le développement de ses technologies émergentes, un niveau de TRL beaucoup plus bas pourra être fixé.

Cette méthode a été testée sur un processus de planification R-D d'un programme du gouvernement Coréen initié par KOTEF (Korea Industrial Technology Foundation) (Lee et al., 2007) . La méthode est bien détaillée pour permettre à ceux qui utilisent une feuille de route pour la première fois de l'utiliser. Elle comprend six phases consécutives :

- Initiation du processus ;
- Sélection de sujets ;
- Mesure des besoins technologiques ;
- Plan de développement Technologique ;
- Mise en place de la feuille de route ;
- Continuer l'activité.

Il s'agit d'une des seules méthodes orientées en fonction de l'offre (« techno push »). Cette méthode doit être appliquée dans le cas d'une entreprise dont la R-D représente une part importante de son activité et qui souhaite orienter cette R-D et coordonner ses différents programmes. Le principal inconvénient de cette méthode est que le processus est assez long et nécessite beaucoup d'efforts pour déterminer les secteurs technologiques qui vont être développés.

Puisque cette méthode est orientée en fonction de l'offre i.e. des technologies que l'entreprise développe, il est moins facile de prendre en compte l'écosystème que pour les méthodes orientées en fonction de la demande pour lesquelles connaître les besoins de l'écosystème constitue la première étape. Dans le cas d'une méthode qui chercherait à croiser l'offre et la demande, on pourrait utiliser la prise en compte de l'écosystème au niveau de la demande et venir comparer cette demande à l'offre de l'entreprise. Les capacités technologiques de l'entreprise

pourraient également être complétées par ce qu'offrent d'autres acteurs de l'écosystème si besoin.

2.3.3 Méthodologie de feuilles de route technologiques de Nottingham

L'Université de Nottingham a développé une méthodologie de conception de feuilles de route permettant d'optimiser la génération du portefeuille de projets d'une entreprise en se basant sur des facteurs financiers et des facteurs non financiers (intangibles).

Cette méthode se déroule en six étapes. Les trois premières étapes permettent de produire un ensemble d'exigences technologiques basées sur les données commerciales, les produits et la position concurrentielle de l'entreprise. Les trois dernières permettent quant à elle la création et l'évaluation d'un portefeuille de projets de recherche et développement (Gindy et al., 2006).

Il s'agit d'une méthode globale qui prend en compte des facteurs financiers, mais aussi non financiers afin de générer un portefeuille de projets optimisé. Les difficultés de cette méthode se trouvent principalement dans l'accès et le recueil des données nécessaires ainsi que dans la priorisation des enjeux qui n'ont pas forcément les mêmes échelles de mesure.

Cette méthode se base sur des données commerciales, les produits et la position concurrentielle de l'entreprise. La réalisation préalable d'une cartographie pourrait donc très bien compléter cette méthode. Elle permettrait d'identifier la position de l'entreprise par rapport à de potentiels concurrents, mais aussi de potentiels partenaires ou clients.

2.3.4 Le modèle de feuilles de route technologiques canadien

Alors que les méthodes traditionnelles de conception de feuilles de routes sont centrées sur une entreprise, Geoff Nimmo a travaillé sur une méthode de création de feuilles de route globales pour un secteur, appelée modèle de feuilles de route technologique canadien (Nimmo, 2012). Ces feuilles de route permettent de renforcer la compétitivité canadienne en aidant les industries à identifier et développer des technologies innovantes. Depuis 1995, 39 feuilles de route technologiques ont été co-construites par industrie canada. Ces feuilles de route font intervenir des entreprises de toutes tailles, mais aussi des représentants du secteur académique et des organisations de recherche. Elles ont des horizons de temps allant de 3 à 10 ans en fonction du secteur.

Un processus de développement en trois phases est suivi pour chacune de ces feuilles de route.

- 1. *Phase 1 : Développement de la feuille de route***

Cette phase consiste tout d'abord à déterminer la faisabilité de développer une feuille de route pour un secteur particulier. Ensuite, il faut regrouper les bonnes personnes : experts industriels, académiques, chercheurs, analystes, économistes et spécialistes du gouvernement. Il est également important de trouver un « champion industriel » qui représentera la feuille de route et favorisera sa diffusion. Enfin, la construction de la feuille de route se fait à partir de quatre ateliers de travail réalisés au cours d'une année. Chaque atelier dure un à deux jours et réunit les participants autour de tables de travail de 8 à 10 personnes.

2. *Phase 2 : Mise en place*

Une fois la feuille de route créée, les recommandations qu'elle contient doivent être mises en place. Chaque acteur est encouragé à orienter sa R-D en fonction des priorités identifiées dans la feuille de route globale. Le gouvernement met en place des programmes de financements allant dans le sens de ces priorités afin d'inciter les différents acteurs à les suivre.

3. *Phase 3 : Maintenance*

La feuille de route doit ensuite être revue et mise à jour périodiquement afin de rester d'actualité. Généralement, un à deux ateliers permettent de garder à jour la feuille de route.

Les coûts globaux du processus sont payés par le gouvernement, les participants contribuent quant à eux en se rendant disponible pour les différents ateliers et en fournissant les informations nécessaires à la réalisation de la feuille de route.

Les objectifs du processus sont les suivants :

- Identifier la demande du marché
- Identifier les technologies critiques
- Viser des investissements R-D
- Réduire les risques d'investissement
- Créer des partenariats
- Influencer les prises de décisions du gouvernement
- Identifier les manques de connaissances et de ressources humaines

La mise en place de cette méthode par un gouvernement peut être très profitable aux différents acteurs du secteur visé. La réalisation d'un tel processus n'est cependant pas envisageable dans le cas d'une entreprise qui voudrait mieux connaître son écosystème, car elle requiert une organisation et des financements de la part d'une organisation gouvernementale. De plus, l'objectif est de réaliser une feuille de route pour un secteur et non pas pour une entreprise. Les informations données lors des différents ateliers ne doivent pas être confidentielles à une

entreprise puisqu'elles sont partagées entre les différents participants. La feuille de route créée est une feuille de route sectorielle qui peut être un guide pour les différentes entreprises participantes, mais elle ne peut remplacer les feuilles de route spécifiques de chaque entreprise. Cette méthode permet donc de réaliser une feuille de route globale pour un secteur, sans être centrée sur une entreprise particulière. La réalisation d'une cartographie de ce secteur pourrait être une première étape permettant d'avoir une meilleure connaissance du secteur, de ses acteurs et de leurs caractéristiques afin de sélectionner au mieux les bonnes personnes pour les différents ateliers.

Résumé des méthodes de conception de feuilles de route technologique analysées

Il existe de nombreuses méthodes permettant de faire des feuilles de route technologiques ou stratégiques. Le tableau 2.2 résume les principales méthodes décrites ci-dessus. Le modèle de feuilles de route technologique canadien permet de créer une feuille de route globale pour un secteur spécifique. Si le résultat apporte une bonne compréhension du secteur et des actions à prendre globalement, il s'agit d'un processus centré sur un secteur qui ne remplace pas la réalisation de feuilles de route par les différentes entreprises. Cependant, les autres méthodes présentées dans ce rapport ont été conçues pour être adoptées par des entreprises. Par exemple, les méthodes T-Plan et S-Plan permettent d'initier un processus de conception de feuilles de route dans une entreprise. La méthode T-Plan doit être utilisée dans le cas d'une entreprise cherchant à créer une feuille de route centrée sur un produit spécifique alors que la méthode S-Plan doit être utilisée si l'objectif est d'obtenir une feuille de route stratégique globale pour l'entreprise. La méthode TechStrategy doit quant à elle être utilisée pour les organisations souhaitant créer des feuilles de route pour la R-D. Enfin, la méthodologie de feuille de route technologique de Nottingham est utile pour les entreprises cherchant à définir un portefeuille de projets. Toutes ces méthodes ont des objectifs bien distincts, il est donc important de bien définir les besoins de l'organisation avant de sélectionner la méthode la mieux adaptée. Une fois la méthode sélectionnée, il faut faire en sorte de l'adapter pour qu'elle réponde au mieux aux attentes de l'entreprise.

Tableau 2.2 Résumé des avantages et inconvénients des principales méthodes de cartographie d'écosystème.

Méthode	Description	Avantages	Inconvénients
T-Plan (Phaal, 2001)	Permet de créer une feuille de route autour du développement d'un produit. Permet de déterminer les technologies qui doivent être développées à partir des besoins du marché.	Découpage permettant d'entrer en profondeur dans chacun des niveaux de la feuille de route avant de les lier.	Processus centré sur un produit, ne permet pas d'avoir une feuille de route générale pour l'entreprise. Nécessite de présence d'employés très qualifiés pour plusieurs ateliers de plusieurs heures (4* 3h en théorie).
S-Plan (Phaal, 2001)	Permet de créer une feuille de route générale pour une organisation et des feuilles de routes spécifiques sur des points d'intérêt.	Permet d'initier le processus de positionnement stratégique global d'une entreprise.	Processus qui concerne l'organisation dans sa globalité et qui doit être complété si on souhaite obtenir des feuilles de route plus détaillées sur les différents produits de l'entreprise. Nécessite de présence d'employés très qualifiés pour un atelier de plusieurs heures.
TechStrategy (Lee, 2007)	Permet de créer une feuille de route orientée pour la R-D.	Une des seules méthodes orientées innovation par l'offre, faite pour la R-D. Procédure très utile pour orienter la stratégie de R-D, coordonner les programmes de R-D et trouver les priorités dans les projets de R-D.	Processus assez long. Nécessite beaucoup d'efforts pour déterminer les secteurs technologiques qui vont être développés.
Méthodologie de feuille de route technologique de Nottingham (Gindy, 2006)	Permet de générer un portefeuille de projets optimisé.	Méthode globale qui prend en compte des facteurs financiers et des facteurs non financiers.	Difficultés pour capturer ou avoir accès aux données nécessaires. Difficulté pour prioriser des enjeux qui n'ont pas les mêmes échelles de mesure.
Le modèle de feuille de route technologique canadien (Nimmo, 2012).	Méthode initiée et financée par le gouvernement dans le but de créer des feuilles de route centrées sur différents secteurs. Le processus de conception des feuilles de route fait intervenir des entreprises de toutes tailles, des représentants du secteur académique, des organisations de recherche, des analystes, des économistes et des spécialistes du gouvernement.	Permet de créer une feuille de route globale pour un secteur. Fourni au gouvernement une voix claire de l'industrie d'un secteur.	La feuille de route n'est pas centrée sur une entreprise. Il s'agit d'un processus de très grande ampleur qui doit être soutenu par une initiative gouvernementale. Les informations données lors du processus de création de feuille de route ne doivent pas être confidentielles à l'entreprise.

Alors que les différentes méthodes de cartographies aident à mieux comprendre la dynamique d'un écosystème pour une entreprise qui voudrait se positionner au sein de cet environnement, les méthodes de feuilles de route permettent de lier les influences externes aux nécessités de développements technologiques au sein d'une organisation. Associer ces deux types de méthodes permettrait d'obtenir une méthode de positionnement stratégique prenant en compte l'écosystème pour définir l'orientation que doit prendre une entreprise. Les méthodes de création de feuilles de route orientées en fonction de la demande se portent particulièrement bien à l'association avec la réalisation d'une cartographie qui permettrait d'identifier les principaux besoins au niveau de l'écosystème auxquels l'entreprise pourrait répondre.

2.4 Valorisation des données et intelligence artificielle

Puisque l'objectif du projet est d'adapter une méthode de positionnement stratégique pour une entreprise fournissant des solutions en IA, une revue de littérature sur la valorisation des données et l'IA s'avère importante dans le cadre de ce mémoire.

2.4.1 Définition générale

Le terme intelligence artificielle (IA) est apparu en 1956 alors que le premier programme d'intelligence artificielle : Logi Theorist est créé par Allen Newell, Herbert Simon et Cliff Shaw (Atzori et al., 2010).

L'IA « est la science dont le but est de faire faire par une machine des tâches que l'homme accomplit en utilisant son intelligence » (Pastre, 2000). L'IA permet d'aller plus loin que l'informatique en permettant la résolution de problèmes qu'aucun algorithme ne parvient à résoudre en un temps raisonnable (par exemple jouer aux échecs, poser un diagnostic médical, résumer un texte,...) (Pastre, 2000).

On peut la séparer en deux grandes catégories : l'IA symbolique et l'IA connexionniste.

1. L'approche symbolique est fondée sur la logique (Haton, 2000). Elle consiste à faire des déductions à partir de règles ou de faits. Elle est explicable par construction.
2. L'approche connexionniste se base quant à elle sur les données et s'inspire du fonctionnement du cortex cérébral (Haton, 2000) .Cette approche regroupe entre autres les méthodes de l'apprentissage automatique, l'apprentissage profond et des réseaux de neurones. De par sa nature, cette approche est peu explicable. Cela peut poser problème dans certains domaines sensibles comme celui de la défense et de l'aéronautique. Dans ce domaine, les décisions prises ont une importance cruciale puisqu'elles peuvent

mettre en danger des vies humaines. Les décisions ne peuvent donc pas être laissées au hasard, l'humain doit être au contrôle et doit pouvoir expliquer ses choix. C'est la raison pour laquelle on peut parler d'« IA » pour « Intelligence Augmentée » dans les domaines plus sensibles. Cela traduit le fait que l'« intelligence » de la machine est seulement là pour aider l'humain qui prend les décisions.

L'institut de valorisation des données (IVADO), a progressivement remplacé l'utilisation du terme « intelligence artificielle » par « intelligence numérique » qui se définit ainsi : « ensemble d'outils et de méthodologies combinant collecte et exploitation des données avec conception et utilisation de modèles et d'algorithmes pour faciliter, enrichir et accompagner la prise de décisions ». Cette notion regroupe celles de la science des données et de l'intelligence artificielle et permet de définir tout le processus allant des données à la prise de décisions (IVADO, 2021). L'objectif est d'avoir une plus grande visibilité et un terme plus englobant.

Domaines d'application de l'IA

L'intelligence artificielle ou intelligence augmentée a des applications très diverses et touche de nombreux secteurs, allant de la santé à l'aérospatiale en passant par la linguistique.

Halton définit les différents domaines d'application de l'IA comme étant les suivants (Haton, 2000) :

- Résolution de problèmes ;
- Gestion de connaissances et raisonnement symbolique ;
- Reconnaissance et interprétation de données ;
- Aide à la décision ;
- Planification d'action et robotique ;
- Traitement de la langue naturelle, écrite et parlée.

Chaîne de valeur des données

L'Intelligence artificielle se base sur l'étude de données, son utilisation ne peut donc se faire seulement une fois que des données ont été générées, collectées, stockées et préparées. On parle de chaîne de valeur des données pour décrire le processus allant de la collecte des données à leur utilisation. Miller et Mork décrivent les principales étapes de cette chaîne de valeur allant de la récolte de données diverses à la prise de décision (Miller and Mork, 2013) :

1. Découverte des données :
 - Les données doivent tout d'abord être collectées et annotées : un inventaire des sources de données et de leurs descriptions doit être créé.

- Elles doivent ensuite être préparées : l'accès aux sources de données doit être activé et des règles contrôlant l'accès à ces données doivent être établies.
 - Elles doivent ensuite être organisées : on doit identifier pour chaque source de donnée une syntaxe, une structure et une sémantique.
2. Intégration des données :
- On peut ensuite passer à l'intégration des données : une représentation commune des données doit être établie tout en gardant une indication sur la provenance des données.
3. Exploitation des données :
- On peut ensuite passer à l'analyse des données : les données qui ont été intégrées peuvent maintenant être analysées.
 - La visualisation des données est ensuite possible : les données analysées peuvent être représentées de façon interactive aux personnes chargées de prendre des décisions à partir de cette analyse.
 - Finalement, la prise de décision est possible à partir de l'interprétation des résultats.

La figure 2.2 représente visuellement cette chaîne de valeur. L'IA se situe à la fin de la chaîne de valeur, au niveau de l'exploitation des données. Avant de pouvoir utiliser l'IA, les données doivent être collectées, préparées, organisées et intégrées. L'IA permet ensuite leur analyse et peut aider à la prise de décisions.

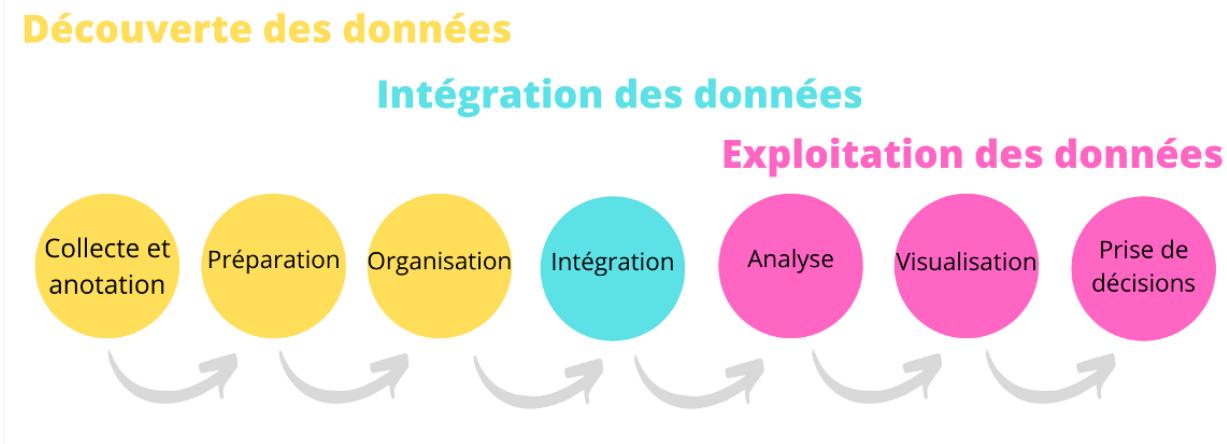


Figure 2.2 Graphique représentant la chaîne de valeur des données, reproduit d'après le modèle de Miller et Mork (Miller and Mork, 2013)

Technologies complémentaires à l'IA

Afin de pouvoir réaliser les différentes étapes de cette chaîne de valeurs, l'utilisation de nouvelles technologies est nécessaire, notamment pour la récolte et le stockage des données.

Si l'IA est un ensemble de technologies novatrices qui permettent de repousser les limites de l'informatique, c'est l'émergence de nombreuses autres nouvelles technologies qui l'a rendu possible. On remarque en effet une complémentarité dans l'adoption des nouvelles technologies. C'est-à-dire que pour adopter une certaine technologie, d'autres technologies complémentaires doivent être adoptées en amont ou en parallèle. Les principales technologies utiles dans la chaîne de valeur des données sont : L'internet des objets (*internet of things* ou *IoT* en anglais) qu'on notera désormais IdO, l'infonuagique (*cloud computing*) et les mégadonnées (*BigData*). Ces technologies sont décrites rapidement dans les paragraphes ci-dessous.

Internet des objets

L'IdO fait référence à l'ensemble des objets capables d'interagir entre eux et de coopérer (Atzori et al., 2010). Cette technologie permet la collecte d'une quantité importante de données à partir de ces « objets » connectés.

Mégadonnées

Le terme mégadonnées (*BigData*) est utilisé pour décrire les jeux de données de très grande taille, qui ne peuvent pas être acquis, stockés et gérés par les logiciels classiques de base de données (Chen et al., 2014). Le type le plus commun de mégadonnées correspond aux mégadonnées reliées à l'IdO, i.e. les jeux de données de très grande taille provenant des objets connectés. Ces deux technologies sont donc interdépendantes et doivent être développées conjointement (Plageras et al., 2017).

Les jeux de données des mégadonnées comprennent généralement beaucoup de données instructurées. Apache Hadoop (2010) définit en effet les mégadonnées comme « des jeux de données qui n'ont pas pu être capturés, gérés et traités par des ordinateurs classiques dans un temps acceptable ». De nouvelles méthodes sont donc nécessaires pour analyser ces données : c'est là qu'intervient l'IA qui permet de traiter des données qui n'auraient pu l'être par aucune autre méthode.

Infonuagique

L'infonuagique (*cloud computing* en anglais) aussi appelée plus simplement nuage (*cloud*) permet d'avoir de meilleures capacités de stockage et de traitement des données et est peu coûteux, flexible, efficace, durable et fiable (Plageras et al., 2017). Il permet donc de conserver

les données des mégadonnées issues de l'IdO et de les traiter.

2.4.2 Niveau de préparation à l'IA

Alors que l'intelligence artificielle fait largement parler d'elle à travers le monde, son utilisation dans les entreprises n'en est qu'à son début. Bien que les investissements en IA soient très importants, son adoption par les entreprises reste faible. D'après un rapport de 2017 fait par McKinsey, les entreprises ont investi en 2016 entre 26 et 39 milliards de dollars, mais seuls 20 % des firmes informées sur l'IA se disent adopteurs de l'IA (Bughin, 2017). D'après le rapport de Gartner (2017) : 59 % des organisations en sont encore à l'étape de collecte d'informations afin de savoir si elles doivent adopter l'IA et seulement 6 % ont déjà déployé l'IA. D'après l'étude menée par Element IA en 2020 (Ramakrishnan, 2020), la plupart des entreprises en sont encore au stade des premières expériences et des projets pilotes en IA. Seulement 7 % des organisations seraient suffisamment matures pour opérationnaliser l'IA.

Si il existe encore peu d'entreprises prêtes à adopter l'IA, c'est parce que sa mise en place s'accompagne de nombreux défis (Nortje and Grobbelaar, 2020). L'utilisation de l'IA requiert des ressources techniques, mais aussi organisationnelles et il existe encore peu de ressources en termes de planification organisationnelle de l'IA (Ramakrishnan, 2020).

Plusieurs chercheurs se sont penchés sur la détermination des éléments qui facilitent la mise en place de l'IA dans une entreprise et permettent de déterminer si une entreprise est prête ou non à adopter l'IA. Les principaux éléments trouvés dans la littérature sont regroupés dans la suite de ce document en quatre piliers, à savoir : technologique, organisationnel, financier et culturel. Il s'agit des quatre catégories permettant de regrouper tous les points importants pour la mise en place de l'IA trouvés dans la littérature. Elles correspondent aux catégories principales pour la mise en place de toutes technologies, les spécificités de la mise en place de l'IA se situent dans les éléments trouvés pour chacun de ces piliers. Du point de vue technologique notamment, l'IA requiert l'existence d'un processus de collecte, préparation, organisation et intégration des données qui ne sont pas forcément nécessaires pour l'utilisation d'autres technologies. Du point de vue culturel, l'IA peut générer des craintes spécifiques à l'utilisation de ses technologies.

2.4.2.1 Le pilier technologique

Afin de mettre en place des solutions basées sur l'intelligence artificielle, l'entreprise doit disposer de capacités technologiques précises. L'IA requiert avant tout l'utilisation de données, l'entreprise doit donc disposer de données ainsi que d'espace de stockage pour ces données

ainsi que de moyens de sécuriser ces données. Disposer de ressources infonuagiques peut donc s'avérer avantageux pour l'exploitation et la facilité d'utilisation de l'IA (Nortje and Grobbelaar, 2020). De même, la cyber sécurité est un élément à prendre en compte avant de se lancer dans l'utilisation de l'IA (Nortje and Grobbelaar, 2020).

Si la disposition de certaines capacités technologiques est indispensable à l'adoption de l'IA par les entreprises, elles sont loin d'être les seules. Beaucoup d'entreprises ont du mal à adopter l'IA car elles se concentrent sur la technologie et ne portent pas assez d'attention aux compétences nécessaires et à la méthodologie d'adoption (Gartner, 2017). Les capacités organisationnelles de l'entreprise sont donc également des points à prendre en compte avant de se lancer dans un projet en IA.

2.4.2.2 Le pilier organisationnel

Le pilier organisationnel est également indispensable à l'utilisation de l'IA. Avant qu'une entreprise se lance dans l'utilisation de l'intelligence artificielle, elle doit avoir défini une vision claire quant à la mise en place de l'IA et doit avoir développé une stratégie pour atteindre cette vision. La transformation numérique doit être supportée par l'alignement stratégique de l'entreprise. Les infrastructures de l'entreprise doivent être organisées afin de supporter la stratégie d'affaires de l'entreprise pour permettre sa transition numérique¹. Une planification technologique de l'IA doit être définie afin de fournir les lignes directrices pour la mise en place des projets en IA. Pour cela, l'entreprise doit avoir mis en place une gestion structurée : les gestionnaires doivent être identifiés, des structures de gestion de la qualité doivent être mises en place et des exigences doivent être déterminées à différents niveaux de l'entreprise en ce qui concerne l'IA (Oztemel and Polat, 2006).

Le processus de collecte des données doit être structuré et bien défini. Les données sont un point essentiel à la mise en place de l'IA et leur acquisition doit être continue et liée à leur utilisation afin de permettre l'évolution des algorithmes d'IA. Comme pour toute gestion de projets, des sessions de retour sur expérience doivent être organisées afin de comprendre ce qui a fonctionné ou non (Jackson, 1995).

Pour que les transformations permises par l'IA réussissent, l'entreprise doit avoir fait une analyse de rentabilisation solide et la stratégie d'IA doit être alignée avec les stratégies existantes de l'entreprise (Bughin, 2017). Le support de l'exécutif est un élément essentiel à l'utilisation de l'IA dans une entreprise. Les personnes responsables de la direction de l'entreprise doivent apporter un support pour la mise en œuvre et la gestion de l'IA en

1. D'après l'article écrit par Philippe Molaret sur LinkedIn, consulté le 07/07/21 à l'adresse : <https://www.linkedin.com/pulse/cognitive-leap-digital-transformation-philippe-molaret/?trackingId=CbxO7piX2pgYgRt1N9UBYA%3D%3D>

termes de financement, de mise à disposition de ressources, mais aussi d'assistance stratégique (Chichernea, 2009).

L'adoption d'une innovation est influencée par sa direction, mais également par la taille de l'entreprise (Wade and Hulland, 2004). Alors que plusieurs études montrent que les grandes entreprises ont plus de facilités à adopter les nouvelles technologies, Aboelmaged (2014) explique cette facilité par le fait que les grandes entreprises disposent de plus de moyens financiers pour l'adoption de ces nouvelles technologies.

2.4.2.3 Le pilier financier

L'aspect financier est très important pour l'adoption de l'IA. En effet, sa mise en place est très coûteuse et l'entreprise doit être prête à céder un budget important au développement des technologies de l'IA. Comme présenté dans les parties précédentes, l'utilisation de l'IA requiert du personnel qualifié et des capacités technologiques importantes (récolte, stockage et sécurisation des données), ce qui représente un coût élevé pour l'entreprise. De plus, la mise en place de l'IA n'est pas immédiate, il faut parfois plusieurs années entre le lancement d'un projet et sa mise en place puisqu'il faut d'abord récolter et traiter les données avant de pouvoir utiliser l'IA. L'entreprise doit donc être capable de supporter les coûts engendrés avant de percevoir les retours sur investissements permis par l'IA. Comme pour toute gestion de technologie, l'investissement et la gestion du capital est un point essentiel. Afin de pouvoir mettre en place un projet en IA, un budget doit être alloué à ce projet pour couvrir les dépenses opérationnelles ainsi que les dépenses de création et de gestion des technologies (Alemeye and Getahun, 2015). Les objectifs à atteindre doivent également être chiffrés (CEFARIO, 2018).

2.4.2.4 Le pilier culturel

Enfin, le dernier pilier est le pilier culturel. Ce pilier pourrait être facilement oublié, car moins concret que les précédents. Il est pourtant indispensable à la réussite de la mise en place de l'IA dans une entreprise.

Les entreprises qui mettent en place des solutions d'IA doivent être des entreprises dans lesquelles les données font partie de la culture d'entreprise. Les décisions doivent être basées principalement sur l'analyse des données et non sur des idées reçues.

La perception de l'IA par les employés doit être bonne afin que ceux-ci collaborent à sa mise en place. Cela peut être très compliqué de mettre en place de l'IA dans une entreprise si cette décision n'est pas supportée par ses employés. Les employés ne doivent pas craindre pour leur sécurité d'emploi face à l'IA, ils doivent percevoir l'utilisation de l'IA comme utile

et facile à utiliser (Nortje and Grobbelaar, 2020). La résistance au changement est un point très important à prendre en compte avant le lancement de tout projet. Il est naturel pour les employés de craindre l'arrivée de nouvelles technologies qui vont changer leur manière de travailler. Les employés doivent percevoir un avantage relatif à l'utilisation de l'IA pour encourager son utilisation. D'après Rogers (Rogers, 2002), cet avantage relatif est le point le plus important pour l'adoption d'une innovation. Pour favoriser cela, les entreprises peuvent prévoir des plans de développement des compétences pour les employés et faire en sorte que ceux-ci participent activement au lancement du projet (CEFRIO, 2018).

Ainsi, l'IA est un ensemble de technologies particulier qui requiert des capacités spécifiques des entreprises avant de pouvoir être adoptée. L'entreprise doit disposer de certaines capacités technologiques, organisationnelles, financières, mais également culturelles.

La réalisation d'un processus de conception de feuilles de route pour une entreprise fournissant des solutions en IA doit donc prendre en compte la maturité des entreprises de son écosystème à utiliser l'IA. Une cartographie de cet écosystème pourrait justement permettre de repérer les principaux acteurs de cet écosystème prêts à utiliser l'IA. Différentes informations sur ces acteurs, leurs caractéristiques, leurs besoins et leurs ambitions devraient ensuite être obtenues afin de fournir des données utiles à la conception d'une feuille de route pour l'entreprise prenant en compte l'écosystème.

CHAPITRE 3 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

3.1 Cas d'étude : l'entreprise θ

Ce projet de recherche a été mené en partenariat avec une entreprise du secteur aérospatial dans le but de les aider à développer leur positionnement stratégique. Cette entreprise sera appelée l'entreprise θ .

L'entreprise θ est une entité du groupe G basée à Montréal et à Québec. Leur objectif est d'aider à la transformation numérique du groupe, mais aussi de proposer ce service à d'autres clients externes au groupe. Pour cela, l'entreprise réunit des experts en nouvelles technologies, mais aussi en stratégie et modèles d'affaires. Le groupe G est un équipementier internationalement reconnu dans le secteur de l'aérospatiale et la défense.

L'entreprise θ a une double position, cette entité est à la fois membre d'un grand groupe implanté et reconnu mondialement dans le secteur de l'aérospatiale et de la défense et c'est également un des acteurs principaux de l'écosystème d'IA montréalais. Elle aimerait se positionner en tant que leader de l'écosystème d'intelligence augmentée en Amérique du Nord, notamment sur le secteur de défense et d'aérospatiale.

C'est dans ces domaines que l'entreprise θ aimerait proposer son expertise aux acteurs de l'écosystème de défense et d'aérospatiale canadien. Leur position double, à la fois de leader en aérospatiale, mais aussi en tant que centre de recherche en IA pourrait permettre à l'entreprise θ de se placer au centre des écosystèmes de défense et d'aérospatiale et d'IA et de faire le lien entre ces deux mondes qui semblent aujourd'hui peu liés. C'est justement la position que l'entreprise θ aimerait prendre et c'est une des raisons pour lesquelles l'entreprise s'est installée à Montréal, centre mondial de l'IA et de l'aérospatiale.

Pour cela, l'entreprise θ a besoin de savoir comment le marché de la défense et de l'aérospatiale va évoluer en fonction du temps et comment orienter leur développement technologique en conséquence. C'est l'objectif du présent projet de recherche, qui vise à étudier l'EDAC, sa maturité et ses besoins futurs en termes d'IA et d'adapter une méthode de positionnement stratégique à l'étude de cet écosystème pour le cas de l'entreprise θ .

3.2 Montréal centre mondial de l'IA

Montréal est l'un des principaux centres mondiaux de l'IA. La ville dispose de nombreuses ressources en termes d'IA, sur le plan industriel comme académique. La position de Montréal

de leader en IA et sa capacité à innover proviennent de l'écosystème d'innovation très riche qui a été créé dans cette ville par le regroupement d'universités, de centres de recherche, d'incubateurs, mais aussi grâce à de nombreux investissements gouvernementaux et paragouvernementaux pour financer la création de startups (Roberge et al., 2019). La grappe industrielle en IA montréalaise a pu être construite en se basant sur des conditions initiales locales favorables, mais aussi grâce aux interactions avec les acteurs étrangers qui sont venus ajouter de nouvelles ressources, connaissances et savoir-faire à Montréal (Doloreux and Savoie-Dansereau, 2019).

3.2.1 Une ville qui attire des entreprises internationales pour développer l'IA

Depuis 2013, plus d'une soixantaine d'entreprises venant du monde entier se sont installées à Montréal afin de développer leurs expertises sur des secteurs de pointes comme l'IA (Villedé-Montréal, 2018). De nombreux grands groupes internationaux ont en effet décidé d'installer entre autres leurs laboratoires de recherche en IA à Montréal. C'est les cas de Google, Microsoft, Facebook, IBM, Thales, mais aussi Samsung ou encore Huawei (Létourneau et al., 2019). Ces entreprises choisissent Montréal pour profiter de ses ressources en IA et s'associent généralement aux instituts de recherche en IA locaux afin d'être au cœur de l'écosystème.

3.2.2 Des organismes de renommée mondiale dans le domaine de l'IA

Montréal regroupe plusieurs organismes œuvrant pour le développement de l'IA :

- **Mila**

Mila est l'institut québécois d'intelligence artificielle (anciennement Montreal Institute for Learning Algorithms : Mila). Il s'agit du plus grand laboratoire de recherche universitaire au monde en apprentissage profond par renforcement. Il regroupe plus de 600 chercheurs et a signé des partenariats mondiaux avec des multinationales comme Google, Facebook, Huawei, Microsoft ou encore Intel (MontréalInternational, 2021).

- **Scale AI**

Scale AI est une super grappe qui a pour mission d'intégrer l'IA dans les industries en investissant dans des initiatives en IA qui visent à améliorer la chaîne d'approvisionnement. Ses applications sont concrètes et l'objectif de Scale AI est de mettre l'IA dans le monde réel et de renforcer la position du Canada à l'échelle internationale.

- **IVADO (Institut de valorisation des données)**

Cet institut regroupe plus de 1 300 scientifiques et plus de 200 projets de recherche collaboratifs. IVADO est numéro un mondial pour ses publications (MontréalInternational, 2021).

— Element IA

Organisation spécialisée en IA ayant pour but d'aider les entreprises à adopter l'IA. Element IA est composé d'un centre de recherche relié à de prestigieuses universités et est partenaire de plusieurs grandes entreprises. Element IA était vue par la ville de Montréal comme un moyen de « transformer Montreal en Silicon Valley de l'IA » (Villedemontréal, 2017). Cependant, en novembre 2020, ServiceNow, une entreprise californienne a signé un accord pour acheter Element AI qui ne restera donc pas une propriété québécoise.

Montréal héberge également de nombreux incubateurs spécialisés en IA tels que Techstars, NextAI, FounderFuel, TandemLaunch, McGill Dobson Centre for entrepreneurship, CEN-TECH ou encore creative destruction LAB.

3.2.3 Un pôle d'excellence universitaire en IA

Les entreprises et organismes spécialisés en IA se développent à Montréal afin de profiter de son importante main-d'œuvre hautement qualifiée dans le domaine de l'IA. Montréal dispose en effet de plus de 300 chercheurs indépendants en IA, 93 000 experts de l'industrie occupant un poste lié à l'IA et 11 000 étudiants inscrits dans un programme en lien avec l'IA (Létourneau et al., 2019). Montréal disposerait ainsi de « la plus grande concentration au monde de chercheurs universitaires en IA » (InvestissementQuébec, 2019). De cette importante communauté universitaire, sont sortis des chercheurs de renommée mondiale et précurseurs de l'IA comme Yoshua Bengio, pionnier de l'apprentissage profond. Yoshua Bengio a fondé Mila dont il est directeur scientifique. Il est également le directeur scientifique d'IVADO et a cofondé Element IA en 2016.

La concentration des ressources et talents en IA à Montréal est encouragée par de nombreux investissements publics pour subventionner ces différents organismes œuvrant pour le développement de l'IA.

3.2.4 Le rôle du gouvernement dans cet engouement pour l'IA

La ville de Montréal affirme depuis plusieurs années sa volonté très claire de faire de Montréal un leader mondial en IA. En 2018, Valérie Plante, maire de Montréal, affirme alors « nous sommes en tête de file dans des créneaux d'avenir comme l'IA » (Villedemontréal, 2018). Cette volonté se traduit par des investissements massifs dans le secteur de l'IA. Plus de 3G\$ d'investissements en IA annoncés dans le Grand Montréal depuis 2016 (MontréalInternational, 2021).

Ces investissements attirent les entreprises en diminuant les coûts de développement. D'après Montréal International, Montréal fait partie du top 3 des meilleurs endroits en Amérique du Nord où investir en IA.

- Les coûts d'exploitation pour le développement de logiciel sont moins chers à Montréal que dans n'importe quelle autre grande métropole du Canada ou des E-U.
- L'avantage-coût est de 29 % par rapport à la moyenne des 20 plus grandes régions métropolitaines du Canada et des E-U (MontréalInternational, 2021).

C'est finalement l'orientation donnée par le gouvernement, mais aussi la richesse académique de la ville de Montréal qui ont permis le développement de centres de recherches et d'incubateurs en IA de renommée mondiale. Ces infrastructures et ce regroupement de talents ont attiré des entreprises internationales qui ont elle-même contribué à l'essor des connaissances et à attirer de nouvelles entreprises en IA à Montréal. Du fait de sa concentration tant en chercheurs qu'en entreprises de renommée mondiale en IA, on peut aujourd'hui considérer que Montréal est un des principaux hubs mondiaux de l'IA.

3.3 Le Canada leader en défense et aérospatiale

3.3.1 Les secteurs de l'aérospatiale et de la défense particulièrement développés au Canada

Les écosystèmes canadiens de l'industrie aérospatiale et celui de l'industrie de la défense sont interconnectés, c'est pourquoi on parle dans cette étude de « l'écosystème de défense et d'aérospatiale canadien ». Les ventes de l'industrie aérospatiale canadienne concernent à 86 % l'aérospatiale commerciale, à 12 % l'aérospatiale de la défense et à 2 % les systèmes spatiaux (AIAC and ISDE, 2018).

Le secteur de l'aérospatiale est un des secteurs les plus performants au Canada. D'après le rapport de 2018 écrit conjointement par l'AIAC et l'ISDE, l'industrie aérospatiale a engendré près de 25 milliards de dollars de PIB et 190 000 emplois au Canada. Cette contribution est croissante : +6 % pour le PIB et +2 % pour l'emploi entre 2012 et 2017 (AIAC and ISDE, 2018). Le Canada fait partie des meilleurs pays au monde du secteur de l'aérospatiale et de la défense. Il s'est classé premier en production de simulateurs de vol civil, deuxième en production d'avions d'affaires et d'avions régionaux et premier en production de turbopropulseurs et de moteurs d'hélicoptères (AIAC and ISDE, 2018). L'aérospatiale est un secteur pour lequel la R-D est très importante. Au Canada, 24 % de la R-D pour l'industrie manufacturière provient de l'aérospatiale (AIAC and ISDE, 2018). Le Canada possède des grappes industrielles de classe mondiale à Montréal, Toronto et Vancouver (InvestirauCanada, 2018).

3.3.2 Le Canada attire des entreprises internationales

Le Canada dispose de nombreux points forts pour attirer les entreprises internationales du secteur aérospatial :

- Personnel qualifié : les universités canadiennes forment chaque année environ 3 000 étudiants en aérospatiale (InvestirauCanada, 2018).
- Accès à de nombreux marchés mondiaux :
 - ALENA : facilite les échanges commerciaux entre le Canada, les États-Unis et le Mexique.
 - AECG : Accord économique et commercial global entre le Canada et l'Union européenne.
 - Accord de libre-échange avec la Corée du Sud : point d'entrée sur le marché asiatique.
- Localisation intéressante : Le Canada étant situé à côté des États-Unis, les entreprises peuvent s'installer au Canada afin de profiter de la main-d'œuvre canadienne qualifiée et vendre aux E-U.
- Régime tarifaire intéressant : Régime tarifaire sans droits de douane pour les fabricants industriels : les investisseurs peuvent importer des équipements sans payer de droits d'importation (InvestirauCanada, 2018).

3.3.3 Un secteur qui utilise des technologies de pointe

Dans l'ensemble du Canada, mais plus particulièrement au Québec, l'industrie aérospatiale se démarque par son utilisation de technologies de pointe. Au Canada, 72,5 % des entreprises de l'industrie aérospatiale utilisent des technologies de pointe contre 42,8 % des entreprises tous secteurs confondus. Au Québec, ce chiffre monte même à 73,9 % (contre 42,8 %). Pour ce qui en est de l'utilisation de l'IA, le taux d'entreprise utilisant les technologies de l'IA atteint 17,2 % des entreprises en aérospatiale au Québec, alors qu'il est de seulement 4 % des entreprises canadienne tous secteurs confondus (Armellini et al., 2021).

3.3.4 Montréal et le Québec : centres canadiens de l'aérospatiale et de la défense

Principale région du Canada pour le domaine manufacturier de l'industrie aérospatiale

Le Québec est la première région du Canada dans le domaine manufacturier pour l'industrie aérospatiale. Il détient 52 % des emplois du domaine manufacturier devant l'Ontario (28 %), l'Ouest Canadien (15 %) et le Canada atlantique (5 %)(AIAC and ISDE, 2018). Le

Québec héberge 40 700 travailleurs hautement qualifiés (CRIAQ, 2020). Ceux-ci travaillent pour l'une des 240 entreprises de l'industrie aérospatiale installées au Québec dont font partie six maîtres d'œuvre, 15 partenaires de premier rang, équipementiers et entreprises d'entretien, de réparation et de révision et 219 fournisseurs spécialisés (AéroMontréal, 2019). En 2019, l'industrie aérospatiale québécoise a généré 14,4 millions de dollars en chiffre d'affaires (CRIAQ, 2020).

Une industrie basée sur l'exportation

80 % de la production de l'industrie aérospatiale québécoise est exportée hors du Canada (CRIAQ, 2020). L'aérospatiale est d'ailleurs au premier rang des exportations québécoises (AéroMontréal, 2019).

Un secteur en forte croissance

Ce secteur a eu une croissance annuelle moyenne de 5,2 % des ventes au cours de 25 dernières années (CRIAQ, 2020).

Alors que le Canada est l'un des meilleurs pays du monde dans le domaine de la défense et de l'aérospatiale, c'est dans la région du Québec et plus particulièrement à Montréal que se concentre une grande partie des talents et entreprises canadiennes de défense et d'aérospatiale, notamment pour le secteur manufacturier.

3.3.5 Principales associations d'acteurs en aérospatiale et défense au Canada

Afin de favoriser le lien entre les différents acteurs en aérospatiale et défense au Canada, plusieurs associations ont vu le jour. Leurs objectifs sont d'aider leurs membres à se développer, à innover et à collaborer. Ces associations peuvent être nationales et regrouper des membres de l'ensemble du Canada (comme l'AIAC) ou bien régionales (comme AéroMontréal et le CRIAQ). Ces trois regroupements sont décrits rapidement ci-dessous.

- **L'AIAC**, association des industries aérospatiales du Canada, regroupe des membres de tous les secteurs de l'aérospatiale au Canada. L'objectif de l'association est d'aider ses membres à faire croître leurs entreprises au Canada et dans le monde. Elle regroupe aujourd'hui 132 membres¹.
- **Le CRIAQ**, consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec, est un organisme à but non lucratif qui a été créé en 2002 grâce au soutien financier du

1. <https://aiac.ca/fr/> dernière consultation le 11/02/21

Gouvernement du Québec. Il a pour but de stimuler l'innovation des entreprises et la recherche collaborative afin d'accroître la compétitivité de l'industrie aérospatiale du Québec. Il œuvre pour améliorer l'aviation numérique, la mobilité aérienne du futur et l'aérospatiale durable. Il compte actuellement 154 membres².

- **AéroMontréal** est une grappe aérospatiale québécoise qui réunit les dirigeants du secteur de l'aérospatiale et de la défense issues de l'industrie, des universités, des centres de recherche et des associations ou syndicats. Cette grappe a été créée en 2006 et a pour mission de devenir la grappe aérospatiale la plus innovante au monde. Elle contient actuellement 222 membres³.

3.4 Besoin grandissant de l'IA dans le secteur de la défense et de l'aérospatiale

3.4.1 Une industrie innovante pour faire face aux nombreux défis liés au secteur de l'aérospatiale et de la défense

Le secteur de l'aérospatiale et de la défense est caractérisé par un haut taux d'innovation et de R-D (Niosi and Zhegu, 2005). Il s'agit d'un secteur qui utilise des technologies de pointe, car le besoin d'innover est primordial en aérospatiale et en défense. Cela est encore plus vrai aujourd'hui, car le domaine aérospatial doit faire face à de nouveaux enjeux : environnementaux, sécuritaires, mais aussi anticipations des besoins et des standards de consommation. Le numérique peut apporter des réponses à ces défis notamment par son potentiel d'innovations de rupture. Les nouvelles technologies comme l'IA et l'internet des objets peuvent notamment permettre d'augmenter la productivité ou de créer des produits ou services qui n'auraient pas pu être créés sans ces technologies (Armellini et al., 2021).

Les entreprises de défense et d'aérospatiale utilisent déjà plus l'IA que celles des autres industries. En effet, 30 % des exécutifs des entreprises du domaine de la défense et de l'aérospatiale reportent utiliser l'IA dans plusieurs unités d'affaires contre 23 % des entreprises toutes industries confondues (Schmidt and Gelle, 2020).

3.4.2 Une industrie bouleversée par la crise de la COVID-19

La pandémie de la COVID-19 est à l'origine d'un nouveau défi sans précédent pour l'industrie de l'aérospatiale et de la défense. Dans un rapport d'Accenture, on peut lire qu'accélérer la transformation numérique est la solution pour résister à cette crise. Le rapport conseil pour cela de :

2. <https://www.criaq.aero/> dernière consultation le 11/02/21

3. <https://www.aeromontreal.ca/aero-montreal.htm> dernière consultation le 11/02/21

- Pivoter vers la transformation numérique et adopter de nouvelles technologies en équilibrant le besoin d'efficacité avec celui d'investir pour l'avenir ;
- Adopter des solutions intelligentes basées sur l'IA ;
- Investir dans la résilience en permettant le développement de talents et en se tournant vers le cloud pour accélérer l'exécution de la stratégie (Schmidt and Gelle, 2020).

Le domaine de l'aérospatiale est fortement lié à celui des nouvelles technologies et plus particulièrement l'IA. Les entreprises de défense et aérospatiale devraient d'ailleurs avoir de plus en plus besoin de ces nouvelles technologies pour surmonter les défis auxquels ils font face.

3.5 Différences constitutionnelles entre l'écosystème de défense et d'aérospatiale et celui de l'IA

Montréal est incontestablement un centre mondial de l'IA ainsi que de l'aérospatiale. De plus, il semble y avoir un besoin grandissant de l'utilisation de l'IA dans le domaine de la défense et de l'aérospatiale. Si les entreprises du secteur de la défense et de l'aérospatiale semblent utiliser plus d'IA que les autres, on remarque cependant une certaine distance entre l'écosystème de l'IA et celui de la défense et de l'aérospatiale. C'est ce que montre le rapport d'aérospatiale numérique présenté au CRIAQ en 2020 (Armellini et al., 2021).

Armellini et al. (2021) ont récemment analysé les liens entre l'écosystème d'aérospatiale, celui des TIC et celui de l'IA. La conclusion de cette étude est qu'alors que l'écosystème des TIC semble bien connecté à celui de l'aérospatiale, on remarque un écart entre l'écosystème de l'aérospatiale et celui de l'IA (voir figure 3.1).

Cet écart pourrait provenir du fait que ces deux écosystèmes ont des structures fondamentalement différentes. Alors que l'écosystème de l'aérospatiale est des plus traditionnels, avec des relations principalement hiérarchiques (client/fournisseur), l'écosystème de l'IA semble plus ouvert, avec de nombreux partenariats.

La difficulté pour lier ces deux écosystèmes pourrait également venir du caractère très sensible des données aérospatiales, qui sont soumises à d'importantes restrictions de confidentialité alors que l'essence même de l'IA est l'analyse de données. Les entreprises aérospatiales peuvent difficilement partager leurs données avec les acteurs du secteur de l'IA, ce qui complique les collaborations.

Les recommandations stratégiques qui ont été faites pour le CRIAQ suite à cette étude sont les suivantes :

- Il est nécessaire de mettre en place une plus grande collaboration entre les entreprises aérospatiales. Cela peut se faire grâce à des plateformes d'innovation ouverte ou en

menant des projets communs de R-D.

- Il faut encourager les collaborations entre le secteur de l'IA et celui de l'aérospatiale.
- Les acteurs de l'IA devraient développer l'IA pour les tâches aérospatiales afin d'être plus reliées au secteur de l'aérospatiale.
- Les grands acteurs de l'IA devraient consolider leurs liens afin d'avoir un meilleur pouvoir d'orientation intersectorielle. (Armellini et al., 2021)

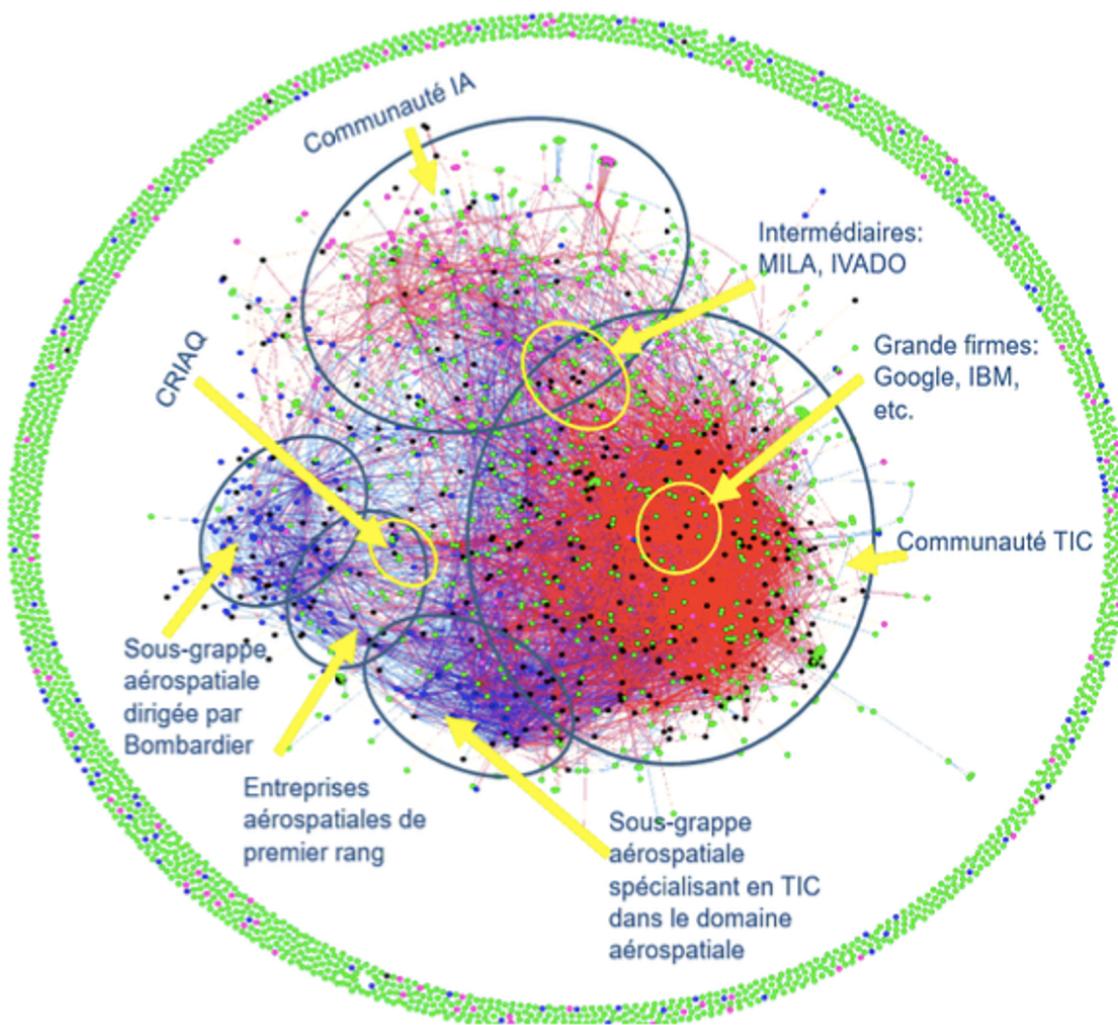


Figure 3.1 Reproduction de la représentation de la superposition des réseaux d'interactions et de partenariats entre les grappes Aéro/TIC/IA (Armellini et al., 2021)

Si l'étude menée au niveau macroscopique par Armellini et al. (2021) permet d'identifier un écart entre les écosystèmes de défense et aérospatiale et celui de l'IA, certaines questions restent à éclaircir :

- Pourquoi ces écosystèmes sont-ils si distants alors que le secteur de la défense et de l'aérospatiale a besoin d'utiliser l'IA ?
- A quoi est due cette distance ? (Structures différentes des écosystèmes ? confidentialité ?)
- Qu'attendent les entreprises du domaine de la défense et de l'aérospatiale des acteurs en IA afin de collaborer avec eux ?

Pour répondre à ces questions, une étude à un niveau plus microscopique, plus proche des acteurs est nécessaire. La réalisation d'une cartographie de l'EDAC permettrait de comprendre qui sont réellement les entreprises de cet écosystème qui utilisent ou sont prêtes à utiliser l'IA, où elles en sont dans leurs processus d'adoption de l'IA et quels sont leurs besoins et bloquants en termes d'IA.

La revue de littérature a permis de constater que la réalisation d'une cartographie peut constituer une première étape avant le lancement d'un processus de conception de feuilles de route. La cartographie permet d'identifier les acteurs importants à prendre en compte, leurs caractéristiques, besoins et prévisions. Ces informations peuvent alors directement servir à compléter le niveau de la feuille de route concernant les besoins du marché. Dans le cas d'une entreprise technologique fournissant des solutions en IA, la cartographie peut permettre d'identifier les acteurs prêts à utiliser l'IA puis une étude plus poussée des caractéristiques de ces acteurs (par entrevues ou questionnaires) peut indiquer leurs besoins et bloquants vis-à-vis de l'IA. Ces informations permettent alors à l'entreprise technologique d'orienter sa stratégie afin de répondre au mieux aux besoins de l'écosystème.

CHAPITRE 4 MÉTHODOLOGIE

4.1 Conception générale du projet de recherche

4.1.1 Plan de recherche

Définir un positionnement stratégique pour une entreprise en lien avec la dynamique de l'écosystème qui l'entoure est nécessaire à son bon développement (Adner, 2006; Porter, 1979, 1998). Alors que la littérature contient plusieurs méthodes de cartographie d'écosystème ainsi que des méthodes de conception de feuilles de route, aucune méthode de conception de feuilles de route se base sur une cartographie d'écosystème. Cela pourrait pourtant permettre de réaliser une feuille de route pour une entreprise basée sur des données réelles provenant de l'étude de l'écosystème, ce qui lui permettrait de définir son positionnement stratégique en fonction de cet écosystème. L'objectif du projet de recherche est donc de répondre à cette lacune en proposant une méthode de positionnement stratégique prenant en compte la dynamique de l'écosystème qui réponde ainsi à la question suivante : « Comment intégrer la prise en compte de l'écosystème à une méthode de positionnement stratégique ? ».

Le projet est réalisé sous forme de recherche-intervention, les connaissances produites doivent être intéressantes d'un point de vue de la recherche tout en étant utiles concrètement pour les acteurs du terrain et leurs problématiques actuelles (Cappelletti, 2010). Le cas d'application est une entreprise (entreprise θ) composée d'un centre de recherche en IA et membre d'un grand groupe reconnu mondialement dans le domaine de la défense et de l'aérospatiale (groupe G). Réaliser une feuille de route pour une entreprise technologique nécessite une adaptation spéciale puisque l'entreprise propose des solutions technologiques et non pas des produits. De plus, les projets en IA nécessitent une certaine préparation avant de pouvoir être mis en place dans une organisation. La conception d'une feuille de route pour une entreprise fournissant des solutions en IA nécessite donc une bonne connaissance de l'écosystème, des entités prêtes à mettre en place l'IA et de leurs ambitions d'utilisation de l'IA. La réalisation d'une méthode de conception de feuilles de route précédée d'une cartographie de l'écosystème se porte donc très bien au cas d'étude.

Un mode de raisonnement déductif puis inductif est mis en place. Dans un premier temps, la conception de la méthodologie est déduite des méthodes et recommandations existantes. Dans un second temps, la méthode est testée avec le cas d'étude et des conclusions peuvent en être tirées.

L'étude comporte plusieurs étapes afin de répondre à la question de recherche. Elle commence par une cartographie de l'écosystème interne au groupe G ainsi que de l'EDAC (appelé ici écosystème externe). Cette cartographie se compose à l'interne comme à l'externe d'une première analyse basée sur des données secondaires, puis de la réalisation d'entrevues et d'une enquête par questionnaire de niveau de préparation à l'IA. A l'externe, l'enquête par ce questionnaire constitue la deuxième partie des entrevues alors qu'à l'interne, l'enquête par questionnaire constitue une étape distincte des entrevues. L'analyse des données secondaires se fait à l'aide du logiciel Gephi afin d'identifier les acteurs les plus prêts à utiliser l'IA. Les données du questionnaire sont analysées de manière quantitative et celles des entrevues sont analysées de manière qualitative. Ces données permettent d'appréhender le niveau de préparation et les ambitions des acteurs de l'écosystème vis-à-vis de l'IA. Enfin, un processus de conception d'une feuille de route se basant sur ces données peut être mis en place au sein de l'entreprise θ . La figure 4.1 schématise le déroulement du projet de recherche et les liens entre les différentes étapes. Les différentes sections de ce chapitre expliquent en détail comment chacune des étapes a été réalisée.

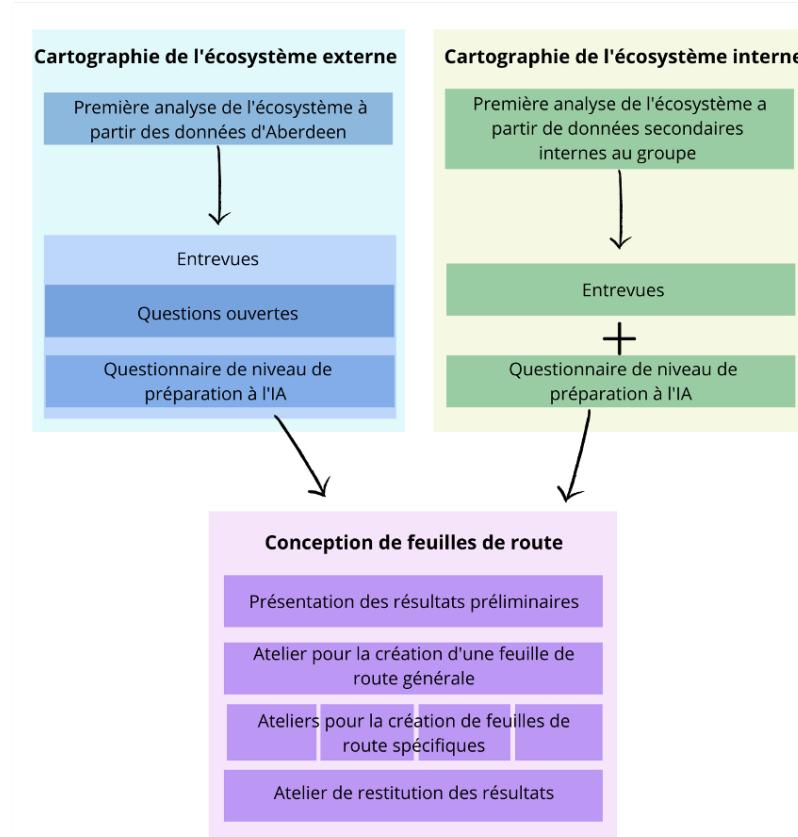


Figure 4.1 Schéma des différentes étapes menées lors du projet de recherche

4.1.2 Élaboration de la méthodologie en fonction des besoins de l'entreprise θ

Après avoir présélectionné différentes méthodes de cartographie et de feuilles de route suite à une revue de littérature, un travail a été fait afin de cibler au mieux les besoins de l'entreprise θ . Il s'agit d'une entreprise déjà bien avancée sur l'idée de positionnement stratégique. Il a donc été essentiel de trouver comment orienter le projet de recherche afin de leur apporter le maximum de valeur et ne pas refaire ce qui a déjà été fait. Si beaucoup de choses avaient déjà été faites ou étaient en cours au moment du lancement du projet, il est apparu que pour le secteur de défense et aérospatiale d'Amérique du Nord, aucune cartographie n'avait jamais été faite bien que ce point était évoqué depuis longtemps. De plus, la pandémie de la COVID-19 ayant beaucoup impacté ce secteur, une cartographie à jour pour ce secteur était nécessaire.

Le choix du secteur s'est donc porté sur celui de la défense et de l'aérospatiale en Amérique du Nord. Les besoins pour ce secteur ont été identifiés comme les suivants :

1. Cartographier les capacités technologiques internes à l'entreprise θ ;
2. Connaître l'écosystème dans lequel l'entreprise θ évolue : ses compétiteurs dans ce segment, les marchés adressables et les potentiels clients ;
3. Connaître les technologies recherchées par les clients (internes et externes) ;
4. Mettre en place une méthode de positionnement stratégique pour l'entreprise θ sur le marché de la défense et l'Aérospatiale en Amérique du Nord et au sein du groupe G.

Ces différents besoins ont été déclinés en sous-objectifs pour le projet de recherche :

- Réaliser une cartographie des acteurs en défense et aérospatiale canadien afin de comprendre la dynamique de l'écosystème dans lequel l'entreprise θ évolue.
- Créer un indicateur de niveau de préparation à l'IA et réaliser des entrevues (à l'interne du groupe G, mais aussi auprès des entreprises de l'EDAC) afin de mieux comprendre le positionnement de tous ces acteurs et leurs besoins et bloquants face à l'IA.
- Adapter une méthode de feuille de route aux besoins de l'entreprise θ .

En ce qui concerne la cartographie, la réalisation d'entrevues et le passage de questionnaires, deux projets ont été menés en parallèle :

- Un à l'interne du groupe G puisque l'entreprise θ veut se positionner au sein du groupe comme référent en termes de recherche en IA.
- Un à l'externe du groupe car l'entreprise θ veut se positionner comme un acteur de premier rang pour la recherche en IA pour l'écosystème de défense et d'aérospatiale canadien.

4.2 Crédit d'une méthode de cartographie d'écosystème

Il a été vu dans le chapitre de revue de littérature que les étapes principales de la réalisation d'une cartographie sont les suivantes :

1. Identification des principaux acteurs de l'écosystème ;
2. Recueil d'informations sur ces acteurs (ce recueil peut être fait à partir de données secondaires : informations publiques disponibles ou propres à chaque acteur ou bien de données primaires : enquête par questionnaire ou réalisation d'entrevue) ;
3. Identification des connexions entre les acteurs ;
4. Représentation visuelle de l'écosystème ;
5. Analyse de l'écosystème.

Afin de pallier à la difficulté de recueil des données, un recueil d'informations en deux étapes peut être mis en place. Des données secondaires sont utilisées dans un premier temps afin de sélectionner les acteurs d'intérêt, puis des entrevues et une enquête par questionnaire sont réalisées afin d'obtenir des informations plus précises sur ces acteurs. Cette étude en deux étapes est bien adaptée à l'IA puisqu'elle ne peut être employée que par des acteurs ayant un certain niveau de maturité technologique. L'étude des données secondaires permet de repérer les acteurs les plus prêts à utiliser l'IA, puis les entrevues et l'enquête par questionnaire permettent d'obtenir plus d'informations sur ces acteurs et leurs utilisations de l'IA. Ces informations constituent par ailleurs le point de départ du processus de conception de feuilles de route puisqu'elles concernent les caractéristiques des acteurs de l'écosystème en lien avec ce que propose l'entreprise, leurs besoins et ambitions futurs. L'identification des connexions entre les acteurs n'est pas nécessaire pour cette étude puisqu'on s'intéresse à leurs niveaux de préparation à l'IA et leurs liens vis-à-vis de ces technologies plus qu'aux liens entre les différents acteurs.

Finalement, les différentes étapes de la méthode de cartographie adaptée sont les suivantes, inspirées par les différentes étapes repérées dans la revue de littérature :

1. Identification des principaux acteurs de l'écosystème ;
2. Recueil de données secondaires sur ces acteurs ;
3. Représentations visuelles de l'écosystème à partir des données secondaires ;
4. Sélection d'acteurs d'intérêt à partir de ces représentations ;
5. Recueil de données primaires à partir d'entrevues et d'un questionnaire ;
6. Analyse des données obtenues sur l'écosystème et ses perspectives d'évolutions qui serviront de base à la création d'une feuille de route stratégique.

Cette méthode se rapproche de la méthode MOBENA en y ajoutant une seconde étape de recueil de données. Après avoir défini le périmètre de l'écosystème, on commence par recueillir des données secondaires sur ses différents acteurs avant de sélectionner les acteurs d'intérêt pour un recueil de données primaires. On réalise les représentations de l'écosystème entre ces deux étapes dans le but de sélectionner certains acteurs. La méthode se termine par une analyse de l'écosystème et de ses perspectives d'évolution comme la méthode MOBENA. Cette analyse sert de base au processus de conception de feuilles de route qui peut être réalisé à la suite de la cartographie de l'écosystème.

La méthode a été appliquée aux deux écosystèmes entourant le cas d'étude de l'entreprise θ : l'EDAC qu'on appellera dans la suite « écosystème externe » et l'écosystème interne au groupe G qu'on appellera dans la suite « écosystème interne ».

4.3 Étude de l'écosystème externe

4.3.1 Première analyse de l'écosystème externe à partir de données secondaires

La cartographie qui a été réalisée pour étudier l'écosystème externe se concentre sur le secteur de la défense et de l'aérospatiale au Canada. On est parti du constat fait dans le rapport du CRIAQ qu'il existe peu de liens entre les écosystèmes d'IA et de défense et d'aérospatial (Armellini et al., 2021). Le but de l'étude est de montrer pourquoi un écart existe entre les deux écosystèmes en rentrant plus en profondeur dans l'étude de la mise en place de l'IA pour les entreprises de défenses et d'aérospatial. La cartographie se concentre donc sur les indicateurs qui caractérisent chacun des acteurs plutôt que sur les liens qui existent entre eux.

Les acteurs choisis pour cette cartographie sont les membres des associations de défense et d'aérospatiale canadiennes : l'AIAC, AéroMontréal et le CRIAQ.

La base de données utilisée pour la première analyse de ces acteurs est la base de données de la compagnie d'Aberdeen recherche et technologie qu'ils appellent « Aberdeen Contact Data Cloud » (ACDC). Il s'agit d'une base de données privée dont l'accès est payant. Les données issues de cette base ont été obtenues par des entrevues mensuelles avec les entreprises présentes dans la base afin de garder les données à jour. Cette base contient des données concernant 20 secteurs technologiques et 3 zones géographiques : l'Europe, le Canada et les États-Unis. ACDC contient notamment des données sur les outils informatiques utilisés par les différentes entreprises. Ce sont ces données qui seront utilisées dans le but de repérer les entreprises qui possèdent des logiciels ou plateformes qui pourraient leur permettre d'utiliser

l'IA. Elle contient également des données plus générales sur chaque entreprise comme sa localisation, son nombre d'employés, son code d'après le système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), etc. Les données obtenues par ACDC ont été anonymisées et analysées dans ce rapport.

À partir des informations de cette base de données, des représentations visuelles de l'écosystème ont été faites. Des acteurs ont été sélectionnés à partir de ces représentations puis un recueil de données primaires a été fait à partir d'entrevues et d'une enquête par questionnaire. Finalement, l'analyse des données obtenues a servi de base à la création d'une feuille de route stratégique. Les derniers points sont décrits dans les parties suivantes dédiées à ces sujets.

Méthodologie d'analyse des données avec Gephi

Les données d'ACDC ont été analysées à partir du logiciel Gephi. Une représentation en réseau a été faite de la manière suivante :

- Chaque nœud représente un acteur ou un type de logiciel ;
- Chaque lien représente la possession d'un acteur d'un certain type de logiciel ;
- La taille des nœuds est proportionnelle au nombre d'employés de l'entreprise ;
- La couleur des nœuds est proportionnelle au nombre de liens sortants i.e. au nombre d'outils informatiques d'intérêt que l'acteur possède.

Une représentation de l'adoption des différents outils informatiques a été faite pour chaque année entre 2017 et 2020. Ces représentations permettent de visualiser l'adoption des différents logiciels et plateformes au sein de l'EDAC et de repérer les acteurs les plus prêts à utiliser l'IA.

Méthodologie de récolte des données secondaires d'intérêt

La première étape consiste à identifier le plus possible des entreprises de l'EDAC. Dans ce but, les entreprises membres de l'AIAC, d'AéroMontréal ou du CRIAQ ont été sélectionnées. La seconde étape consiste à retrouver les entreprises présélectionnées qui sont présentes dans ACDC. Pour cela, un fichier Excel contenant les 508 membres de ces 3 associations a été créé. Un algorithme a regardé la concordance entre les noms de ces entreprises et ceux de la base de données ACDC. Pour certaines entreprises, plusieurs correspondances ont été trouvées dans ACDC, elles ont toutes été prises dans un premier temps. On a ensuite sélectionné une ligne par entreprise avec la méthode décrite ci-dessous, afin de ne garder que les données de l'acteur d'intérêt et pas celles des autres entités du même nom.

La première étape est de sélectionner les lignes ayant un nombre d'employés et un revenu

correspondants aux données du site d'AéroMontréal, de l'AIAC ou du CRIAQ. On sélectionne ensuite les lignes ayant une ville correspondante à celle donnée sur le site d'AéroMontréal, de l'AIAC ou du CRIAQ. Si les deux critères précédents ne permettent pas de faire un choix : la ligne « ultimate HQ » si elle est encore présente ou la ligne « headquarter » sont sélectionnées. Enfin, si le dernier critère cité ne permet toujours pas de faire un choix, on sélectionne la ligne en fonction du site web indiqué : il doit correspondre à celui donné sur le site d'AéroMontréal, de l'AIAC ou du CRIAQ.

Choix des indicateurs à représenter sur la cartographie

Parmi les données disponibles sur ACDC, il a semblé intéressant de garder celles concernant le nombre d'employés, le code SCIAN à trois chiffres et la liste des outils informatiques utilisés. La liste des logiciels et plateformes utilisés par une entreprise peut donner des indications quant à sa maturité technologique pour utiliser l'IA. En effet, puisque l'IA se situe à la fin de la chaîne de valeur des données, une entreprise doit déjà être capable de récolter, stocker, préparer et sécuriser ses données avant de pouvoir utiliser l'IA (Nortje and Grobbelaar, 2020). Elle doit donc disposer de certains outils informatiques pour cela. Le nombre d'employés permet de représenter sur la cartographie la taille de l'entreprise : la taille du nœud étant proportionnelle au nombre d'employés. Cela permet de visualiser si la taille de l'entreprise influence l'adoption des outils informatiques et de diversifier les profils des entreprises choisies pour la récolte de données primaires. Enfin, le code SCIAN permet de diversifier les types d'entreprises contactées pour les entrevues parmi les entreprises membres de l'EDAC (grands donneurs d'ordres, entreprises de conseil, fabricants de pièces élémentaires, fabricants de matières premières, etc).

Choix des logiciels et plateformes d'intérêt

L'utilisation de certains outils informatiques par une entreprise peut donner des indications quant à sa maturité face à l'utilisation de l'IA puisqu'une entreprise doit déjà être capable de récolter, préparer, stocker et sécuriser ses données avant de pouvoir utiliser l'IA. La méthode décrite ci-dessous a été suivie afin de définir des groupements d'outils informatiques « précurseurs » à l'utilisation de l'IA. L'objectif ici est de repérer parmi les outils informatiques utilisés par les entreprises de l'EDAC, lesquels sont en lien avec l'utilisation de l'IA.

Tout d'abord, la liste des groupements de logiciels et plateformes utilisés par les entreprises de l'EDAC a été créée à partir des données d'ACDC. Certains groupes de logiciels et plateformes ont ensuite été sélectionnés en utilisant les règles d'associations et les indices de support, de confiance et le « lift ». L'analyse des règles d'association est une technique permettant

de découvrir comment les éléments sont associés les uns aux autres. L'objectif ici est de regarder les associations de logiciels/plateformes non aléatoires pour déterminer les outils informatiques achetés dans le but de faire de l'IA.

- L'indice de support pour un logiciel A correspond à la probabilité d'avoir le logiciel A : $Support(A) = P(A)$.
- L'indice de confiance correspond à la probabilité conditionnelle d'avoir le logiciel B si on a le logiciel A : $Confidence(A \rightarrow B) = P(B|A)$.
- Le « lift » mesure quant à lui l'amélioration apporté par la règle d'association par rapport à des associations aléatoires et correspond à la probabilité d'avoir le logiciel A sachant qu'on a le logiciel B divisé par la probabilité d'avoir le logiciel A : $Lift(A \rightarrow B) = P(B|A)/P(B)$. Si le lift est supérieur à 1, cela signifie que les entités ne sont pas regroupées de manière aléatoire¹.

Les outils informatiques qui ont été sélectionnés sont ceux ayant un support supérieur à 0,25 et un niveau de confidence supérieur à 0,5 afin de limiter l'étude aux outils informatiques assez fréquents, un lift supérieur à 1,35 a été décidé afin d'éliminer les associations aléatoires.

Le bruit a été supprimé : les outils informatiques tels que Router, Cisco los, Switch, Aironet, Netdefend Fi, Powerpoint, Outlook, Sharepoint,... ont été supprimés de la liste car pas indicatifs de la stratégie de l'entreprise puisque possédés par la grande majorité des organisations et non relatifs à l'utilisation des données.

En étudiant la liste des groupes d'outils informatiques sélectionnés, on remarque plusieurs groupes entre les types d'outils informatiques suivants :

- « Logiciel RH » : permet la récolte de données. Cette catégorie contient entre autres : Workday, HRsmart, Kronos, Resumator et Jobvite.
- « Bases de données » : permet l'organisation des données. Cette catégorie contient entre autres : Ingres (Actian), Redshift (Amazon), Spark (Apache-Soft), Basho Riak (Basho) et BigInsights (IBM).
- « SAAS » : permet le stockage de données. Cette catégorie contient entre autres : Netsuite, Pingdom, Akamai, Upland Software et Squarespace.
- « Analytique » : permet l'analyse de données. Cette catégorie contient entre autres : Power BI (Microsoft), Tableau, Cognos (IBM), SAS et Gigya.

Ces 4 types d'outils informatiques peuvent être considérés comme précurseurs de l'utilisation de l'IA. Les plateformes « Azure » et « AWS » sont quant à elles les deux grandes plateformes permettant entre autre de faire de l'IA (Hage, 2020).

1. <https://www.kdnuggets.com/2016/04/association-rules-apriori-algorithm-tutorial.html/2>, dernière consultation le 15/06/21

Analyse globale de l'évolution de l'écosystème par rapport aux nouvelles technologies et plus particulièrement l'IA

Les données ont été extraites d'ACDC dans un fichier Excel contenant une feuille par année : 2017, 2018, 2019 et 2020. Pour chaque année, une feuille de nœud et une feuille de lien ont été créées. Les données ont ensuite été importées sur Gephi, quelques réglages ont été faits afin d'obtenir les visualisations souhaitées. Pour chaque année, deux visualisations ont été réalisées : une pour les types de logiciels précurseurs à l'utilisation de l'IA (« analistique » , « logiciel RH» , « Bases de données » et « SAAS ») et une pour les plateformes permettant de faire de l'IA (« Azure » et « AWS »). L'objectif est de visualiser l'évolution de l'adoption de ces différents outils informatiques au sein de l'EDAC et de déterminer les acteurs les plus prêts à utiliser l'IA. Une récolte de données primaires peut ensuite être faite auprès de ces acteurs afin de comprendre leurs positions et ambitions vis-à-vis de l'IA et ainsi de préparer le processus de conception de feuilles de route.

Choix des acteurs à interviewer en priorité

Tout d'abord, il faut avoir en tête que l'étude réalisée est une étude pilote. En ce sens, il a été préconisé de passer en entrevue les entreprises ayant adopté le plus d'outils informatiques possible afin d'avoir le plus d'informations possible en réalisant peu d'entrevues. Même si cela fait baisser la représentativité de l'échantillon, ce choix a été préférable dans le cadre du projet afin de pouvoir réaliser l'intégralité de l'étude dans un délai acceptable pour un projet de maîtrise recherche.

Dans ce sens, les acteurs à interviewer en priorité sont ceux qui possédaient des outils permettant de faire de l'IA le plus tôt possible (idéalement en 2017 ou en 2018) afin qu'ils aient eu le temps de se pencher sur l'utilisation de ces technologies (acteurs de rang 1). Les acteurs disposant d'outils informatiques précurseurs à l'IA en 2017 ou 2018 sont également des acteurs d'intérêts puisqu'ils disposent de moyens de stocker et d'analyser les données depuis plusieurs années (acteurs de rang 2). Une liste a été créée avec ces acteurs de rang 1 et 2. À partir de cette liste, différentes entreprises ont été contactées pour participer aux entrevues. Les codes SCIAN et les tailles des entreprises contactées ont été diversifiés dans la mesure du possible.

L'utilisation de la base de données ACDC présente des limites. Tout d'abord, elle ne contient pas les informations sur l'ensemble des entreprises de l'EDAC. Par ailleurs, les données utilisées concernent l'utilisation d'outils informatiques provenant d'acteurs externes, on ne prend donc pas en compte les entreprises utilisant des solutions développées à l'interne.

4.3.2 Évaluation du niveau de préparation à l'IA

Afin d'évaluer le niveau de préparation à l'IA des différents acteurs de l'écosystème, des entrevues et une enquête par questionnaire ont été réalisées. Cette section explique comment le questionnaire de niveau de préparation à l'IA a été construit.

Les différents éléments identifiés dans la littérature pour caractériser le niveau de préparation à l'IA d'une organisation se regroupent en 4 piliers : technologique, financier, organisationnel et culturel. Pour chacun de ces piliers et d'après les informations trouvées dans la littérature, une liste d'affirmations a été rédigée.

Pilier culturel

D'après la revue de littérature, les entreprises qui mettent en place des solutions d'IA doivent être des entreprises dans lesquelles les données font partie de la culture d'entreprise (Nortje and Grobbelaar, 2020) . La question C1 a été rédigée afin de mesurer ce point (*C1 : Dans votre entreprise, les décisions se basent sur les données plus que sur des opinions*).

De plus, Les employés doivent percevoir un avantage relatif à l'utilisation de l'IA et ne doivent pas craindre son utilisation (Rogers, 2002; Nortje and Grobbelaar, 2020). La question C2 permet de mesurer ce point (*C2 : Les employés de votre entreprise sont favorables à l'adoption de l'IA. Ils perçoivent un avantage relatif à l'adoption de l'IA*).

Afin de favoriser cela, les entreprises peuvent prévoir des plans de développement des compétences pour les employés et faire en sorte que ceux-ci participent activement au lancement du projet (CEFARIO, 2018). Les questions C3 et C4 permettent de mesurer cela (*C3 : Un plan de développement de compétences est prévu pour accompagner vos employés face au déploiement de projets IA et C4 : Le personnel prendra part à la préparation de projets basés sur l'IA*).

Pilier financier

Concernant le pilier financier, les objectifs à atteindre doivent être chiffrés (CEFARIO, 2018) et un budget doit être alloué au projet (Alemeye and Getahun, 2015). Les questions F1 et F2 reprennent ces points (F1 : Vous chiffrerez les objectifs financiers à atteindre avant de vous lancer dans un projet en IA et F2 : Votre entreprise a les moyens financiers d'investir dans l'IA ? Budget disponible dédié aux projets IA).

Pilier organisationnel

De nombreux éléments sont également à prendre en compte d'un point de vue organisationnel. Tout d'abord, comme pour toute gestion de projets, des sessions de retour sur expérience doivent être organisées afin de comprendre ce qui a fonctionné ou non (Jackson, 1995). Cela

a donné lieu à la question O1 (*O1 : Après un projet, vous organisez des sessions de retour d'expérience pour comprendre ce qui a fonctionné ou non avec les données*) .

De plus, les données étant un point essentiel à la mise en place de l'IA, leur acquisition doit être continue et liée à leur utilisation afin de permettre l'évolution des algorithmes d'IA (Bughin, 2017). La question O2 permet de mesurer ce point (*O2 : Vous avez la possibilité d'accéder à de nouvelles données en fonction des besoins du projet*).

Pour cela, l'entreprise doit avoir mis en place une gestion structurée : les gestionnaires doivent être identifiés, des structures de gestion de la qualité doivent être définies et des exigences doivent être déterminées à différents niveaux de l'entreprise en ce qui concerne l'IA (Oztemel and Polat, 2006). Les questions O3 et O4 reprennent cet élément (*O3 : Une planification détaillée accompagne le lancement de vos projets basés sur l'IA et O4 : Une équipe est dédiée à chaque projet avec un responsable spécifique*).

Le support de l'exécutif est un point essentiel afin de soutenir la mise en place de projets basés sur l'IA (Chichernea, 2009) (*O5 : Le comité exécutif supporte la mise en place de projets basés sur l'IA*).

Enfin, en tant que technologie disruptive et potentiellement perturbatrice, la mise en place de l'IA requiert de porter une attention particulière aux règles éthiques (Hagendorff, 2020) (*O6 : Le respect des règles éthiques est assuré avant de mettre en place une solution basée sur l'IA*).

Pilier technologique

Pour finir, le pilier technologique est indispensable à la mise en place de l'IA. Puisque l'IA se situe à la fin de la chaîne de valeur des données, une entreprise qui gère avec succès des projets d'IA doit être capable de collecter, formater, intégrer, analyser et valoriser les données (Miller and Mork, 2013). Les questions T1, T4, T5, T6 et T7 permettent de mesurer ces points.

T1 : Vous disposez de moyens de récolter des données.

T4 : Vous disposez de moyens de formater ces données.

T5 : Vous disposez de moyens d'intégrer ces données à d'autres sources de données.

T6 : Vous disposez de moyens d'analyser ces données (logiciels, personnes qualifiées).

T7 : Vous êtes capables de valoriser ces données.

Ces données doivent être sécurisées tout au long de cette chaîne de valeur, la cyber sécurité est donc un élément à prendre en compte avant de se lancer dans l'utilisation de l'IA (Nortje and Grobbelaar, 2020). La question T2 concerne cet élément (*T2 : Vous disposez de moyens de sécuriser ces données*).

De plus, disposer de ressources infonuagiques peut s'avérer avantageux pour l'exploitation et la facilité d'utilisation de l'IA (Nortje and Grobbelaar, 2020) (*T3 : Vous disposez de moyens de stocker ces données*).

Le tableau en annexe A présente le questionnaire obtenu.²

Aucun prétest n'a été fait avant le début de l'enquête par questionnaire, cependant le questionnaire a été relu et validé par différents experts (enseignants-chercheurs de Polytechnique Montréal, employés de l'entreprise θ , membres d'AéroMontréal et d'IVADO). Les différentes présentations et relectures du questionnaire ont permis de l'enrichir et de s'assurer qu'il corresponde bien à la réalité du monde industriel. De plus, il a été soumis aux différents participants lors d'entrevues semi-dirigées et non par envoi de formulaires. Les premières entrevues ont été soumises avec beaucoup d'attention afin de repérer de potentiels problèmes dans le questionnaire. Aucun problème n'ayant été décelé, les entrevues ont pu continuer normalement. Plusieurs répondants ont affirmé que le questionnaire reprenait bien les différents points importants pour eux avant de se lancer dans un projet en IA (« ton questionnaire est très bien » « les questions me rappellent un peu les étapes par lesquelles on est passé »).

4.3.3 Entrevues menées à l'externe

Pour l'étude de l'EDAC, des entrevues contenant des questions ouvertes ainsi que le questionnaire de préparation à l'IA ont été faites auprès de différents acteurs. L'objectif de ces entrevues est d'analyser le niveau de préparation à l'IA des différents acteurs et de connaître leurs ambitions d'utilisation de l'IA ainsi que les différents points pour lesquels ils pourraient avoir besoin de l'aide d'un acteur externe. Il a été choisi de joindre l'enquête par questionnaire de niveau de préparation à l'IA aux entrevues afin de pouvoir comprendre à l'aide des réponses aux questions ouvertes celles obtenues pour le questionnaire de niveau de préparation à l'IA et ainsi de vraiment percevoir où en sont les entreprises face à l'adoption de l'IA et ce qui pose problème. Ces différentes informations permettent de faire le lien entre la cartographie de l'écosystème et le processus de conception de feuilles de route dont elles seront le point de départ.

Le guide suivi lors des entrevues est présenté en annexe A. Il a été relu et validé par le comité d'éthique de Polytechnique Montréal.

2. Le répondant peut répondre à chaque affirmation du questionnaire suivant une échelle de Likert à 5 points sans le point central : « pas du tout » = 1; « plutôt non » = 2; « plutôt oui » = 4; « totalement » = 5. Le point central a volontairement été supprimé afin de forcer les répondants à faire un choix.

Déroulement des entrevues

La première partie du guide d’entrevue se compose de différentes questions ouvertes. Le premier groupe de questions concerne l’EDAC. Cela permet de débuter l’entrevue par des questions assez générales et d’ancrer l’entrevue sur les problématiques relatives au projet de recherche. La seconde section rentre plus en profondeur dans l’analyse de l’entreprise avec des questions sur son utilisation des nouvelles technologies, de l’IA et la manière dont ces solutions sont développées. Enfin, l’entrevue se termine par la lecture des affirmations du questionnaire de niveau de préparation à l’IA auquel l’entreprise doit répondre d’après une échelle de Likert, comme présenté dans la partie précédente.

L’objectif de ces entrevues est de comprendre le niveau de préparation et la dynamique de l’EDAC par rapport à l’IA mais aussi de préparer le processus de conception de feuilles de route technologique qui se base sur les informations obtenues.

Tous les participants ont été libres de participer aux entrevues, ils ont eu accès au formulaire d’information et de consentement validé par le comité d’éthique de Polytechnique Montréal qu’ils ont dû lire et retourner signé avant l’entrevue. Les entrevues ont été enregistrées afin d’être réécoutes pour la prise de note. Il a été choisi de ne pas faire de transcription des entrevues puisque la prise de note à partir des enregistrements permet de répondre aux besoins de l’étude, i.e. repérer les différents besoins et bloquants en termes d’IA et évaluer le niveau de préparation à l’IA des différents acteurs.

Temps de chaque entrevue :

Les répondants ont eu le choix de réservé un créneau de 30 minutes ou de 1 h selon leurs disponibilités. Il a été fait en sorte pendant l’entrevue de ne pas dépasser le temps accordé par le répondant. En pratique, les entrevues ont duré entre 20 et 50 minutes et le temps s’est réparti ainsi :

- 2 à 5 minutes de présentation.
- 10 à 30 minutes pour la première partie (pour les entrevues de 30 minutes, il a été assez facile de limiter le temps de cette partie à 20 minutes en ne posant pas de questions subsidiaires).
- 5 à 30 minutes pour la deuxième partie : la réponse aux affirmations du questionnaire pouvait se faire en 5 minutes sans problèmes, certains répondants ont pris plus de temps pour cette partie, car ils ont souhaité expliquer leurs réponses et/ou donner des conseils afin d’améliorer le questionnaire.

Les différentes entrevues se sont globalement très bien passées, les répondants semblaient intéressés par le sujet et par les résultats du projet de recherche. Les différentes questions

ouvertes et le questionnaire de niveau de préparation à l'IA semblent les avoir fait réfléchir à des thématiques sur lesquelles ils ne s'étaient pas encore questionnés. Globalement, les répondants ont semblé satisfaits d'avoir participé au projet de recherche.

Invitation des participants aux entrevues

LinkedIn

Dans un premier temps, des représentants des entreprises qui semblaient les plus prêtes à utiliser l'IA suite à l'analyse des données d'ACDC ont été contactées par linkedIn.

Méthode de sélection : Parmi la liste des entreprises à interroger en priorité, trois entreprises pour chacun des quatre principaux groupes SCIAN ont été choisies, de préférence de tailles différentes. Douze entreprises ont donc été choisies dans un premier temps. Dix nouvelles entreprises ont ensuite été contactées (une semaine plus tard) afin de pallier le manque de réponses de certaines entreprises. Finalement, deux entreprises supplémentaires ont été contactées après avoir été mentionnées lors des premières entrevues.

Pour chacune de ces entreprises, une personne a été contactée dans un premier temps. Cette personne a été choisie sur LinkedIn parmi la liste des employés de l'entreprise spécialisés en intelligence artificielle ou en gestion de la technologie.

Taux de réponse : Sur 24 entreprises et 45 personnes contactées : 21 ont accepté l'invitation LinkedIn, 16 ont envoyé leurs adresses courriels, 2 ont redirigé vers une autre personne. Cela a permis de réaliser 6 entrevues.

Parmi les prospects n'ayant pas pu être interviewés : 2 personnes ont refusé l'entrevue pour des raisons de confidentialité, 2 ont proposé des dates d'entrevue trop tard par rapport à l'agenda de recherche et les autres ont arrêté de répondre même après une relance.

Nombre d'entrevues/Contacts initiaux = 13%

Taux de réponse au premier contact : 47%

Taux d'entrevues/premiers contacts établis : 29%

Courriel

Afin d'augmenter le nombre de répondants et de diversifier les profils, les entreprises ayant laissé leur adresse courriel sur le site d'AéroMontréal ou directement sur le site de l'entreprise ont été contactées par courriel.

Méthode de sélection : À partir de la liste totale d'entreprises (508 membres), une liste d'entreprises dont l'adresse courriel est disponible publiquement a été créée. Une liste finale a été créée en supprimant les adresses « info@ » et « contact@ » qui conduisent généralement à une personne ayant pour consigne de supprimer les demandes d'entrevues. La liste finale contient 135 entreprises.

Méthode de contact : Afin de pouvoir répondre sans délai aux potentielles réponses, les 135 entreprises ont été contactées en blocs de 20 courriels à la fois avec des courriels personnalisés contenant le nom de l'entreprise.

Suite à une réponse positive à ce premier courriel, un second a été envoyé. Celui-ci contenait la lettre d'information et de consentement et quelques définitions relatives au projet de recherche. Il était alors demandé au futur répondant de signer le formulaire et une rencontre sur la plateforme Zoom était proposée.

Taux de réponse : Au total, 135 courriels ont été envoyés et 31 personnes ont répondu à ce courriel, 6 ont répondu que le sujet ne les concernait pas, 2 ont redirigé vers une autre personne et les autres ont accepté de recevoir des informations supplémentaires. Ces prospections ont finalement donné lieu à 17 entrevues.

Nombre d'entrevues/Contacts initiaux = 13%

Taux de réponse au premier contact : 23%

Taux d'entrevues/premiers contacts établis : 55%

Le taux d'entrevues/contacts initiaux est finalement le même que le contact ait été fait par courriel ou par LinkedIn. Cependant, on remarque que le taux de réponse au premier contact est bien plus élevé sur LinkedIn, comme on pouvait l'imaginer. À l'inverse, une fois le premier contact établi, les personnes contactées par courriel acceptent plus facilement une entrevue que celles contactées par LinkedIn. Cela peut s'expliquer par le fait que les personnes contactées par courriel sont principalement des PDG de PME qui ont sûrement plus de temps à accorder à une entrevue de recherche que des PDG de grandes entreprises et sont sûrement plus impliqués dans la croissance de leur entreprise et ses liens avec l'écosystème qu'un employé d'une grande entreprise. Les normes de confidentialité qui semblent plus contraignantes pour les grandes entreprises peuvent également expliquer le faible taux de réponse de celles-ci.

La méthode de contact par LinkedIn demande beaucoup plus d'efforts que celle par courriel pour aboutir sur un même taux d'entrevues. Cependant, les contacts par LinkedIn ont permis de toucher de grandes entreprises qu'il aurait été vraiment difficile de contacter par courriel. Finalement, les deux méthodes de contact sont complémentaires et ont permis de réaliser des

entrevues avec 23 entreprises.

4.3.4 Méthode d'analyse des résultats obtenus

L'analyse qualitative consiste à lire un ensemble de données (provenant de textes ou d'entrevues) puis à identifier les principaux thèmes contenus pour finalement procéder à une analyse de ces données (Moscarola, 1995). L'analyse qualitative se fait généralement en 3 étapes :

1. La réduction des données : cette étape consiste à sélectionner et simplifier les données obtenues en notes ou transcriptions.
2. L'affichage des données : cette étape consiste à coder les informations pour pouvoir par la suite en tirer des conclusions.
3. Les conclusions : à l'issue des deux étapes précédentes, les données ont été sélectionnées et organisées de manière à pouvoir tirer des conclusions à partir de ces données.

Ces trois étapes sont énoncées et expliquées dans le livre *Qualitative Data Analysis* (B.Miles and Huberman, 1994).

Réduction des données

Cette étape permet de retranscrire, mais aussi de faire un premier tri sur les données afin de les condenser (Tesch, 1990).

Pour l'étude présentée dans ce rapport, chaque entrevue a été enregistrée afin de pouvoir prendre des notes a posteriori. Chaque entrevue a donc été réécoutée et les notes ont été prises directement dans un tableau Excel :

- Les principaux thèmes abordés dans les entrevues sont indiqués en tête des différentes colonnes et chaque ligne correspond aux réponses d'une entreprise. Pour chaque entreprise, les informations sont notées dans les cases correspondantes. Les citations mot pour mot sont notées entre guillemets et les informations générales sont notées sans guillemets.
- Les réponses au questionnaire de niveau de préparation à l'IA sont codées par des chiffres allant de 1 à 5 en fonction des réponses.

Affichage des données

Cette étape de codage et décompte des données est considérée comme centrale pour l'analyse. Elle consiste à découper les données en unités d'analyses puis à les intégrer dans des catégories sélectionnées (Thietart, 2007).

Afin d'être organisées et regroupées en différents thèmes, les réponses sont reprises colonne par colonne (chaque colonne correspond aux réponses des différents répondants pour une question ou un thème). Dans un premier temps, toutes les réponses de la colonne sont relues afin d'identifier les grandes catégories de réponses. Un second passage est ensuite fait sur chaque ligne de la colonne afin de recopier les différentes informations dans les bonnes catégories. En parallèle, le nombre de réponses allant dans chaque catégorie est compté afin d'avoir une idée de la proportion de chaque type de réponse. Le résultat est représenté à l'aide d'un graphique.

Les conclusions

Une fois les réponses triées et organisées, les résultats peuvent être interprétés, synthétisés et des conclusions peuvent être tirées (Wanlin, 2007). Les conclusions finales ne doivent être tirées que lorsque l'ensemble des entrevues ont été réalisées et analysées (Glasser and Strauss, 1967) .

Pour terminer l'analyse, les informations qualitatives sont réarrangées et liées ensemble afin que la globalité des réponses ait du sens. Les résultats des analyses sont présentés dans la section 6.1.2..

4.3.5 Atteinte de la saturation

Afin de vérifier l'atteinte de la saturation des données des entrevues, le nombre d'informations non redondantes est comparé au nombre total d'informations obtenues au fur et à mesure des différentes entrevues. L'objectif est de montrer que le nombre total d'informations non redondantes atteint un palier pour les dernières entrevues, i.e. que plus ou très peu de nouvelles informations sont obtenues lors des dernières entrevues.

Cette étude a été réalisée pour 4 réponses ouvertes posées lors de la première partie des entrevues :

- « Quels pourraient être les apports de l'IA pour votre entreprise ? »
- « Quels sont selon vous les freins qui pourraient rendre plus difficile votre adoption de l'IA ? »
- « Quels facilitateurs voyez-vous au niveau de l'écosystème qui pourraient vous aider à surpasser ces difficultés »
- « Quels sont les principaux types d'acteurs de l'EDAC »

Méthode

Pour chaque question, une liste des différents points de réponses à la question a été créée et les réponses des différents répondants ont été reprises une à une. Pour chaque répondant, les points qui n'ont pas été précédemment cités ont été ajoutés à la liste des réponses. Lorsque le point avait déjà été cité, le compteur de réponses similaires a été incrémenté. En parallèle, le nombre total de points cités et le nombre de nouveaux points cités ont été comptés pour chaque répondant. La somme des points non redondants et des points totaux cités a été calculée au fur et à mesure des entrevues. Finalement, l'évolution de ces deux totaux a été représentée en fonction du nombre d'entrevues réalisées. Le résultat est visible figures 4.2, 4.3, 4.4 et 4.5.

Résultats obtenus et analyse

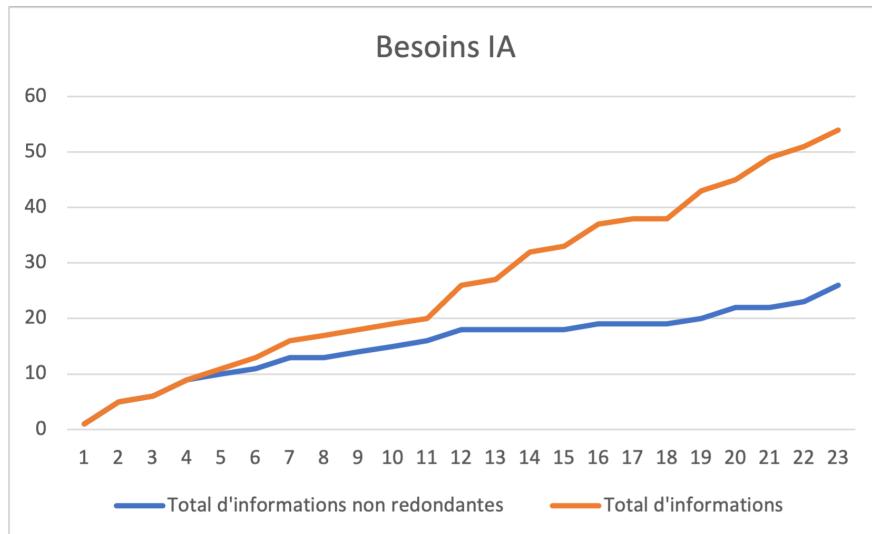


Figure 4.2 Graphique obtenu pour les informations citées concernant les besoins en IA

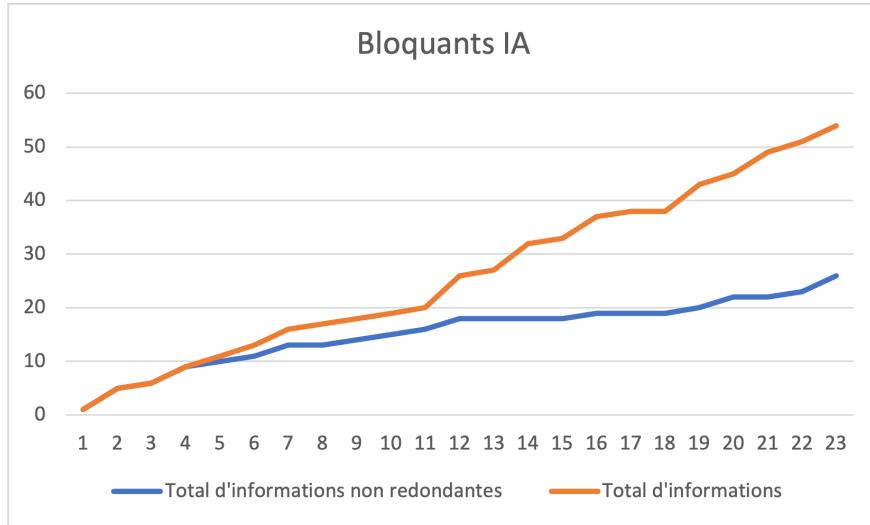


Figure 4.3 Graphique obtenu pour les informations citées concernant les freins face à la mise en place de l'IA

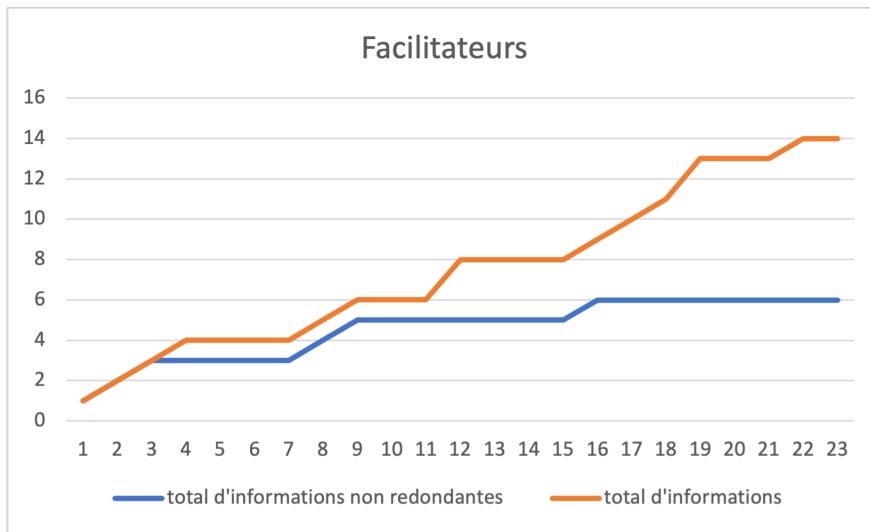


Figure 4.4 Graphique obtenu pour les facilitateurs concernant la mise en place de l'IA

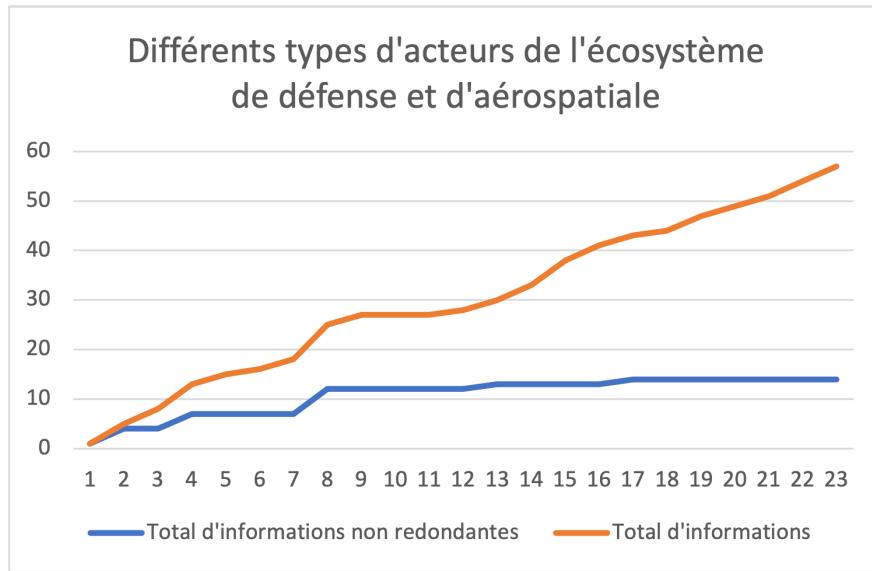


Figure 4.5 Graphique obtenu pour les types d'acteurs de l'écosystème

En analysant les différents graphiques obtenus, on remarque dans un premier temps que la quantité totale d'informations augmente de manière quasiment linéaire. Cela correspond à ce qu'on peut attendre, car le nombre moyen d'informations de chaque entrevue n'a pas de raison de changer au fur et à mesure des entrevues. On peut également remarquer que la quantité totale d'informations non redondantes augmente de moins en moins au fur et à mesure des entrevues, car les répondants donnent des informations qui ont préalablement été données par d'autres. Lors des premières entrevues, le nombre d'informations non redondantes est presque égal à la quantité totale d'informations : presque toutes les informations données sont nouvelles. Dans un second temps, ce nombre augmente encore, mais la courbe bleue se détache de la courbe orange : des informations ont été données au moins par deux participants. Le nombre d'informations non redondantes augmente ensuite de moins en moins : le nombre de nouvelles informations diminue d'une entrevue à la suivante. Sur les graphiques concernant les facilitateurs (figure 4.4) et les types d'acteurs (figure 4.5), la courbe bleue finit par se stabiliser : à partir d'un certain nombre d'entrevues, toutes les informations obtenues sont redondantes. Concernant les graphiques des besoins et bloquants en IA (figures 4.2 et 4.3), on observe des nouvelles informations non-redondantes lors de la dernière entrevue : cela est dû au fait que le dernier acteur interviewé appartient au secteur spatial alors que les 22 premiers acteurs appartiennent à celui de l'aéronautique et de la défense. Cela explique que cet acteur ait des besoins et bloquants différents des autres acteurs. Cet acteur est quand même retenu dans l'étude, car ses données sont intéressantes pour la suite du processus même si on ne peut pas considérer avoir atteint la saturation des informations pour le secteur spatial.

Le tableau 4.1 présente les résultats d'analyse de chacun des graphiques.

Tableau 4.1 Résumé de l'analyse des différents graphiques d'analyse de la saturation des résultats des entrevues

	Besoins IA	Bloquants IA	Facilitateurs	Types d'acteurs
Toutes les informations sont non-redondantes	Entrevues 0 à 4	Entrevues 0 à 4	Entrevues 1 à 3	Entrevues 1 à 2
Des informations redondantes sont données	Entrevues 5 à 12	Entrevues 5 à 12	Entrevues 5 à 12	Entrevues 2 à 8
Presque plus de nouvelles informations	Entrevues 13 à 22	Entrevues 13 à 22	Entrevues 10 à 16	Entrevues 9 à 17
Plus de nouvelles informations			Entrevues 17 à 23	Entrevues 18 à 23

On atteint la saturation des informations pour ce qui est des types d'acteurs de l'écosystème et des facilitateurs. Concernant les besoins et bloquants face à l'IA, on pourrait peut-être encore enrichir les résultats en interviewant des acteurs de types ou de tailles différents, on est cependant limité par les proportions de l'EDAC. Concernant le domaine spatial, il n'est pas possible d'obtenir de saturation puisque cet écosystème compte très peu d'acteurs dans ce domaine. Si l'échantillon est constitué en grande majorité d'entreprises aéronautiques, c'est donc parce qu'il répond à la proportion du secteur aérospatial québécois constitué à 99 % du secteur aéronautique (Bachand, 2006). De même, la grande proportion de répondants appartenant au domaine manufacturier provient du fait que les maîtres d'œuvre et les équipementiers sont les principaux représentants de cet écosystème et génèrent 90 % du chiffre d'affaires du secteur aérospatial québécois (Bachand, 2006). Concernant la taille des entreprises interviewées, la majorité des entreprises sont des PME. Cela vient simplement du fait que la majorité des entreprises de l'EDAC sont des PME. Comme présenté au chapitre 5, l'échantillon respecte bien les proportions de l'EDAC en termes de tailles des acteurs et comporte même un pourcentage plus élevé de moyennes et grandes entreprises. Si la saturation de données est rapidement atteinte pour l'EDAC, il faut garder à l'esprit qu'il s'agit d'un écosystème restreint et que de nouvelles informations pourraient être obtenues en interrogeant d'autres entreprises du secteur de l'aérospatiale et de la défense ailleurs dans le monde.

4.4 Étude à l'interne

En parallèle des entrevues menées auprès des acteurs de l'EDAC, une étude a été menée à l'interne du groupe G. Suite à l'analyse de données secondaires internes au groupe, des entrevues ont été menées et le questionnaire de niveau de préparation à l'IA a été lancé auprès des entités du secteur de la défense et de l'aérospatiale du groupe.

4.4.1 Première analyse de l'écosystème interne à partir de données secondaires

Pour l'écosystème interne, les entités d'intérêt sont les différentes lignes de produits du groupe G en lien avec le secteur de la défense et de l'aérospatiale. Les données secondaires qui ont été utilisées sont les résultats d'une enquête par questionnaire faite en 2020 auprès des différentes entités du groupe G. L'objectif de cette enquête était d'évaluer les ambitions d'adoption des nouvelles technologies des différentes lignes de produits du groupe. La partie du questionnaire concernant l'IA et notamment la question concernant le pourcentage estimé de revenus basés sur l'IA dans cinq ans a servi de point de départ pour l'étude interne.

Une représentation en réseau des différentes entités du groupe G a été réalisée. Sur celle-ci, les différentes lignes de produits sont représentées par des noeuds liés aux noeuds représentant leurs sous-entités d'attache. De même ces noeuds sont liés à ceux représentant leurs entités d'attache. Toutes ces entités sont reliées au point central représentant le groupe G. L'information concernant le pourcentage de revenus basés sur l'IA dans cinq ans a été représentée avec un code couleur allant du vert pour les lignes de produits n'ayant pas prévu d'utiliser l'IA au rouge pour celles prévoyant plus de 80 % de leurs revenus basés sur l'IA.

L'objectif est d'identifier les lignes de produits les plus à même d'utiliser l'IA afin de les sélectionner pour le recueil de données primaires plus précises sur leurs niveaux de préparation et leurs ambitions vis-à-vis de l'IA.

Suite à l'analyse de la représentation graphique, les lignes de produits prévoyant les plus forts pourcentages de leurs revenus basés sur l'IA ont été sélectionnées. Les représentants de ces entités ont été interviewés et une enquête par questionnaire a été faite auprès de l'ensemble des représentants de lignes de produits.

4.4.2 Entrevues

Douze entrevues ont été faites à l'interne du groupe G. Elles se sont déroulées sur MS-Teams (plateforme utilisée par le groupe et ont duré 30 minutes ou une heure selon les répondants. Elles ont commencé par une présentation de l'entreprise θ pour les répondants n'étant pas

familiers avec cette entité. Une présentation de la démarche a ensuite été faite. Par la suite, diverses questions ont été posées à propos de l'organisation et la prise de décisions dans leur ligne de produits, la place de l'IA dans leur entité et les potentielles aides en IA dont ils pourraient avoir besoin.

Le guide d'entrevue qui a été suivi est visible en annexe B. Il se compose de trois sections. La première vise à comprendre l'organisation de la ligne de produits et la manière dont sont prises les décisions au sein de cette ligne de produits. L'objectif est d'identifier un responsable avec qui discuter de potentielles coopérations pour les projets en IA. La seconde section vise à comprendre la place de l'IA dans la ligne de produits et ce qu'elle prévoit de mettre en place en rapport de l'IA. Enfin, la dernière section concerne les besoins d'assistancess en termes d'IA. L'objectif est d'identifier comment l'entreprise θ pourrait aider la ligne de produits et sur quelles solutions technologiques elle devrait se spécialiser afin de répondre au mieux aux différents besoins des lignes de produits. Ces informations sont très importantes afin d'ancrer le processus de conception de feuilles de route sur des besoins réels.

4.4.3 Sondage

Le sondage a été fait avec une solution interne au groupe G : Typeform pour des raisons de confidentialité. Il s'agit d'une étude ascendante (« bottom-up » en anglais), l'idée est de donner aux dirigeants des lignes de produits la possibilité de s'exprimer et de faire remonter ces informations pour la prise de décisions. Ce questionnaire permet de mesurer le niveau de préparation à l'IA des différentes lignes de produits et de repérer les principaux points bloquants la mise en place de l'IA au niveau du groupe.

Le questionnaire a été rédigé en anglais afin de permettre à toutes les personnes visées par l'étude d'y répondre. Il se compose de deux parties. La première partie contient des questions sur les besoins de la ligne de produits en termes d'IA, les bloquants qu'elle rencontre face à l'adoption de ces technologies et ses prévisions d'utilisation de l'IA. L'objectif est de compléter les informations obtenues lors des entrevues avec les informations d'autres lignes de produits. La deuxième partie qui reprend les questions du questionnaire de niveau de préparation à l'IA présenté partie 4.3.2.. Les questions ont simplement été traduites en anglais et adaptées au contexte. Par exemple, on ne parle plus d'entreprise, mais de ligne de produits. Le questionnaire a été relu et modifié plusieurs fois lors de réunions avec l'entreprise θ . Il est présenté en annexe C.

Contrairement aux entrevues, le questionnaire a été envoyé à tous les dirigeants des lignes de produits en lien avec le secteur de la défense ou de l'aérospatiale. Le questionnaire a été

envoyé à 169 personnes par courriels personnalisés.

Finalement, 20 réponses ont été obtenues au bout de deux jours puis 26 au bout d'une semaine. Une relance a été faite au bout de 14 jours et pas sept comme prévu, car beaucoup de personnes étaient en vacances à cette période. Dans les deux jours suivant la relance, 12 réponses ont été obtenues puis huit dans la semaine qui a suivie. Au total, 46 personnes ont répondu au questionnaire, soit un taux de réponse de 27 %.

Les données primaires ainsi obtenues concernent les différents besoins que pourraient avoir ces acteurs à propos de l'IA, que ce soit pour résoudre leurs actuels bloquants vis-à-vis de ces technologies ou pour les aider à réaliser leurs ambitions de projets intégrant l'IA. Ces données constituent donc une base pour le processus de conception de feuilles de route puisqu'elles permettent de remplir l'étage supérieur de la feuille de route concernant les besoins à résoudre.

4.5 Conception de feuilles de route

Après avoir réalisé des cartographies des écosystèmes qui entourent l'entreprise θ , l'objectif est de mettre en place une méthode de conception de feuilles de route basée sur ces cartographies afin de répondre à l'objectif de recherche qui est de proposer une méthode de positionnement stratégique prenant en compte l'écosystème. Cette méthode doit être adaptée au cas d'une entreprise technologique. La méthode présentée dans ce rapport a été développée et testée avec l'entreprise θ , elle doit donc être adaptée aux objectifs de cette entreprise.

4.5.1 Détermination de l'objectif de l'exercice pour entreprise θ

L'objectif du projet pour entreprise θ est d'aboutir à une méthode de positionnement stratégique pour leur entreprise. Deux autres processus de conception de feuilles de route technologique étaient en cours parallèlement à ce projet : le premier a eu lieu au mois de décembre 2020 et un second a débuté en janvier 2021. Il était donc nécessaire de trouver un moyen de différentier et de rendre complémentaire le processus présenté dans ce rapport. Celui-ci devait apporter de nouvelles informations, de nouvelles connaissances et ne pas simplement demander aux participants de faire le travail de conception de feuilles de route. Idéalement, le projet ne devait pas impliquer les mêmes participants afin de ne pas surcharger leurs emplois du temps avec différents projets de conception de route technologique.

Apports de l'activité de conception de feuilles de route décrite dans ce rapport

L'activité de conception de feuilles de route décrite dans ce rapport et qui a eu lieu en avril 2021 se distingue de celle tenue en décembre 2020 sur plusieurs points. Tout d'abord, les ateliers menés en décembre concernaient tous les secteurs d'intérêts de l'entreprise θ alors que le processus mené en avril se concentre sur le secteur de la défense et de l'aérospatiale. Deuxièmement, l'échelle de temps n'est pas la même. Alors que les ateliers tenus en décembre avaient pour objectif de trouver des solutions à très court terme en prenant en compte seulement les technologies de TRL supérieur ou égal à six, les ateliers organisés en avril ont une vision à plus long terme : cinq ans et prennent en compte toutes les technologies de TRL supérieur ou égal à trois. De plus, l'objectif final des deux processus n'est pas le même. Les ateliers tenus en décembre avaient pour objectif de trouver les produits qui pourraient être proposés par l'entreprise θ . A l'inverse, les ateliers tenus en avril se concentrent sur des capacités technologiques à développer à entreprise θ afin de répondre aux besoins des différentes lignes de produits et potentiellement de nouveaux clients externes au groupe G. Cela fait suite à la volonté de la direction de ne plus s'orienter sur le développement de produits, mais plutôt sur le développement de capacités technologiques transverses permettant de répondre aux besoins technologiques de plusieurs lignes de produits du groupe G. Enfin, les besoins pris en compte dans les ateliers de décembre avaient été identifiés à partir des besoins connus des clients de l'entreprise θ alors que les besoins présentés lors des ateliers d'avril proviennent d'une étude menée auprès des responsables des différentes lignes de produits du groupe G (en défense et aérospatiale) mais aussi d'entrevues réalisées à l'externe du groupe G, au sein de l'EDAC.

Alors que les deux autres processus de conception de feuilles de route en cours dans l'entreprise θ sont respectivement orientés très court terme et long terme (dix ans), le processus décrit dans ce rapport a une vision moyen terme (cinq ans) et est complémentaire aux deux autres processus. Il se concentre sur le secteur de la défense et de l'aérospatiale et est orienté à la fois sur les lignes de produits, mais aussi sur l'EDAC. Le travail de recueil d'informations préliminaires à partir d'entrevues et de l'enquête par questionnaire vient enrichir la méthode classique de conception de feuilles de route technologique. Ces informations permettent en effet d'ancrer la feuille de route sur des informations réelles provenant directement de l'écosystème et non sur des croyances ou estimations des besoins du marché.

Observations et points à retenir pour de futurs ateliers en ligne

En raison de la pandémie de la COVID-19, les ateliers qui ont eu lieu en décembre 2020 mais aussi ceux d'avril 2021 ont dû être tenus à distance. L'outil Miro permet de réaliser des ateliers

à distance de manière interactive. Le retour d'expérience des ateliers de décembre a permis d'utiliser cet outil de manière optimale pour les ateliers d'avril en suivant les recommandations suivantes :

- Faire des visuels clairs et lisibles.
- Bloquer tous les éléments du Miro (cadres, tableaux, post-its,...) qui ne nécessitent pas d'être déplacés durant l'atelier afin d'éviter que les participants ne les déplacent involontairement.
- Écrire les consignes directement sur le Miro afin que les participants puissent se repérer à tous moments : les participants doivent pouvoir comprendre ce qu'on attend d'eux même en n'ayant pas écouté la présentation.

Il a été observé lors des ateliers de décembre qu'il est très compliqué de gérer à distance un grand nombre de participants. Afin de maximiser les interactions et que chaque participant s'implique au maximum dans l'atelier, il est préférable de limiter au maximum le nombre de participants. Il est également recommandé d'informer les différents participants des objectifs des ateliers avant leur tenue afin de les impliquer davantage.

4.5.2 Choix de la méthode : la méthode du S-Plan

La méthode S-Plan a été choisie comme point de départ, car il s'agit de celle répondant le mieux à l'objectif de l'étude. La méthode S-Plan permet en effet d'obtenir une feuille de route stratégique globale pour une entreprise et non pas une feuille de route centrée sur un produit spécifique (Phaal et al., 2010). De plus, cette méthode peut être facilement combinée avec une cartographie de l'écosystème qui fournit des informations sur les différents besoins des acteurs de cet écosystème.

Les modèles de feuilles de route pour la méthode S-Plan sont disponibles sur le site de l'IfM³. Le modèle pour la feuille de route générale est présenté figure 4.6 et celui pour la feuille de route spécifique est présenté figure 4.7.

Un modèle d'agenda est proposé avec la méthode S-Plan pour supporter sa mise en place (Phaal et al., 2010). Il prévoit une journée pour réaliser l'ensemble des étapes qui sont réparties ainsi :

- 1 h 30 : Introduction : présentation de l'objectif du processus, de l'agenda et des participants ;
- 1 h 15 : Réalisation de la feuille de route générale :
- Besoins et tendances du marché ;

3. <https://engage.ifm.eng.cam.ac.uk/roadmapping-templates/> dernière consultation le 05/04/21

- Produits et services ;
- Technologies et ressources.
- 1 h 45 : Réalisation des feuilles de route spécifiques en petits groupes ;
- 1 h 15 : Restitution, discussions et retours d'expérience ;
- 30 min : Suite des actions.

Ces modèles de feuilles de route et d'agenda ont été adaptés aux besoins de l'étude. Différents étages ont été ajoutés au modèle de feuille de route général afin de prendre en compte l'écosystème dans la réalisation de cette feuille de route. La section suivante décrit les différentes adaptations apportées.

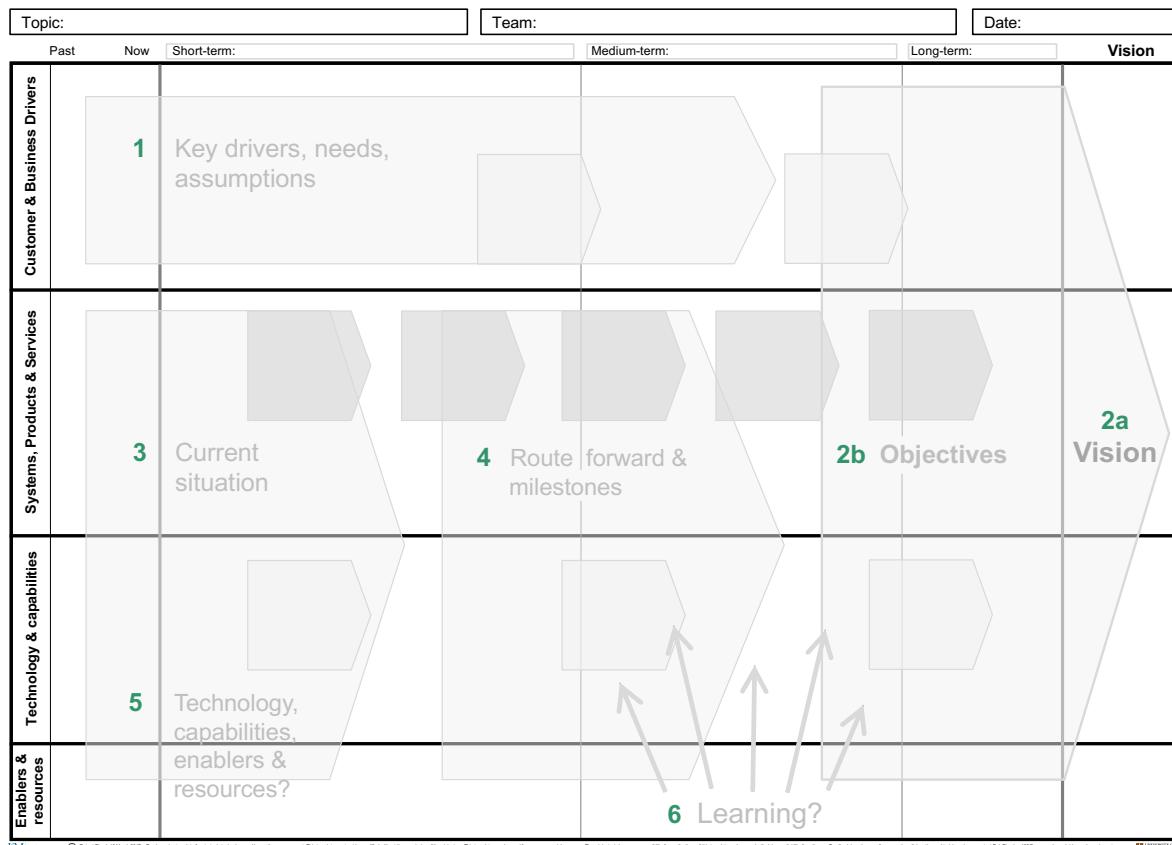


Figure 4.6 Modèle général de feuille de route proposé par l'IfM

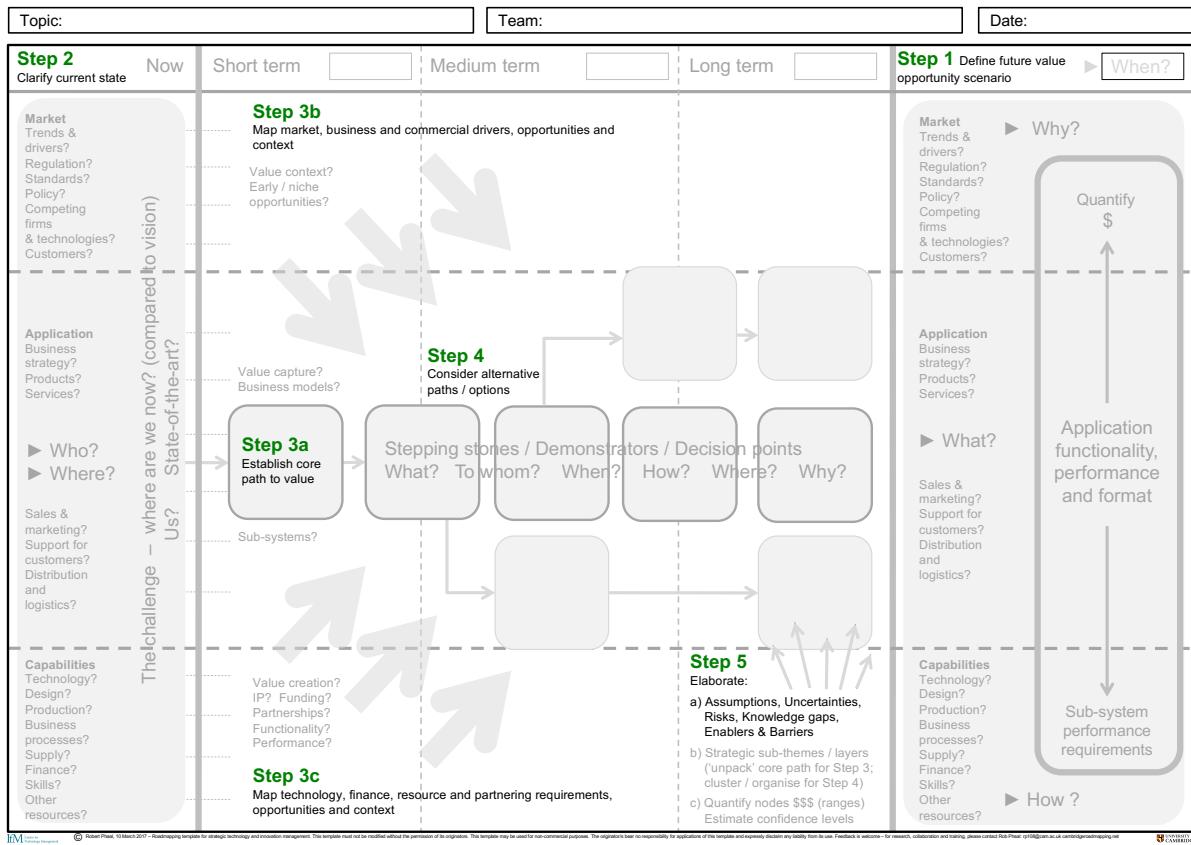


Figure 4.7 Modèle de feuille de route spécialisée proposé par l'IfM

4.5.3 Adaptation de la méthode : préparation des ateliers

Définition claire de l'objectif de ce processus

Début 2021, la direction de l'entreprise θ a décidé d'orienter la vision de l'entreprise sur le développement de solutions technologiques et non plus sur le développement de produits. L'objectif de l'entreprise θ est de développer des solutions technologiques ou logistiques transversales utilisables potentiellement par plusieurs produits du groupe G. Ces solutions doivent également être structurantes pour le futur de l'entreprise θ . Les solutions technologiques qu'ils cherchent à développer doivent répondre aux points suivants :

- Technologie : La solution se base sur des technologies développées au sein de l'entreprise ayant un TRL 3 ou plus.
- Capacités : La solution doit faire partie de l'ADN de l'entreprise θ . Elle doit faire appel

à des capacités dans lesquelles l'entreprise θ a investi dans le passé, et pour lesquelles l'entreprise θ a des experts.

- Marché : Le besoin de cette solution existe pour plusieurs acteurs internes au groupe G ou appartenant à l'EDAC.
- Futur : La solution est propre à l'entreprise θ . L'entreprise θ possède une certaine avance technologique pour cette solution technologique. Cette solution permettra d'écrire le futur de l'entreprise θ .

L'objectif du processus de conception de feuilles de route technologique décrit ici est donc de déterminer quelles solutions technologiques l'entreprise θ doit développer. C'est-à-dire sur quelles capacités technologiques déjà présentes au sein de l'entreprise θ des efforts supplémentaires doivent être mis en fonction des besoins exprimés. L'objectif principal de ce processus est donc de déterminer les solutions technologiques sur lesquelles investir. Un autre objectif est de déterminer les capacités technologiques de l'entreprise θ sur lesquelles il faut arrêter d'investir si on se rend compte qu'elles ne correspondent pas ou plus aux besoins du marché.

Le processus de conception de feuilles de route proposé dans la méthode S-Plan doit donc être adapté afin d'aboutir sur des solutions technologiques et non pas des produits à développer. Il s'agit d'une adaptation nécessaire pour une entreprise technologique.

Choix des participants

Premier atelier

Comme préconisé dans la méthode S-Plan, des employés ayant une expertise technologique ainsi que des employés plutôt orientés marché ont été invités. L'objectif de la feuille de route est d'aligner la demande avec l'offre technologique, il est donc important d'avoir des participants provenant des deux cotés (marché et technologie) afin de concilier aux mieux leurs besoins et intérêts. Suites aux observations faites lors des ateliers de décembre également en ligne, il a été décidé de limiter au maximum le nombre de participants. Pour le premier atelier, il a été choisi d'inviter 4 participants, 2 responsables marché et 2 responsables technologiques. Les deux participants côté technologie qui ont été choisis seront appelés « individus T1 » et « individu T2 » dans la suite du rapport. Ces deux personnes ont été choisies, car il s'agit de celles qui connaissent le mieux la globalité des technologies en développement à entreprise θ et sont en charge de réaliser un plan de développement technologique pour entreprise θ .

Les deux responsables marché seront appelés « individus M1 » et « individu M2 ». Ces deux personnes ont été choisies, car il s'agit de celles qui connaissent le mieux les besoins du marché en termes de défense et d'aérospatiale à entreprise θ .

Pour des raisons de confidentialité, aucune personne externe à l'entreprise θ n'a pu être invitée aux ateliers.

Seconds ateliers

Suite au premier atelier, plusieurs ateliers 2 sont organisés. Les seconds ateliers sont spécialisés sur un sujet et doivent faire participer des individus ayant une bonne connaissance du sujet en question. Les ateliers spécifiques se sont tenus avec des responsables des lignes de produits du groupe G ou de l'EDAC selon les cas. Il s'agit de personnes ayant participé aux entrevues et dont le besoin de solutions a été retenu suite au premier atelier.

Restitution

Une restitution des résultats des différents ateliers a été faite auprès des participants du premier atelier afin de finaliser et valider avec eux la feuille de route générale. Une personne ayant une bonne connaissance des start-ups incubées par l'entreprise θ (individu E1) a été invitée à la restitution afin d'apporter une vision « start-up » à la feuille de route. Elle a aidé à remplir une partie de la ligne « écosystème » de la feuille de route en fonction des besoins en capacités technologiques non couverts par l'entreprise θ . L'idée d'ajouter cette dimension et de faire rentrer l'écosystème non seulement dans le niveau de la feuille de route sur les besoins à résoudre, mais aussi au niveau des capacités technologiques. L'écosystème entourant l'entreprise θ et notamment les start-up qu'elle incube constituent d'importantes ressources qu'il est très intéressant de prendre en compte dans le processus de positionnement stratégique puisqu'elles peuvent apporter leurs expertises à l'entreprise θ pour développer diverses solutions technologiques. Ces différentes ressources doivent donc être identifiées correctement et faire partie de la feuille de route de l'entreprise.

Choix de la forme des activités

Suite à une présentation de la méthode S-Plan au sein de l'entreprise θ , une forme de feuille de route globale et différentes activités ont été retenues.

Feuille de route globale

La figure 4.8 représente le modèle de feuille de route global créé. Ce modèle s'inspire de celui proposé par l'IfM (figure 4.6) contenant une ligne pour chaque niveau (marché/ produits/ technologies/ ressources) et l'adapte aux besoins de l'étude et à la prise en compte de l'écosystème. La ligne « marché » a été remplacée par 2 lignes « besoins de solutions de l'externe » et « besoins de solutions internes » qui permettent de prendre en compte les besoins découlant de l'analyse de l'écosystème. Ces lignes seront complétées avec les besoins

de solutions identifiés lors de la réalisation des cartographies des écosystèmes externe et interne. Les faire apparaître sur la feuille de route et les prendre comme point de départ du processus de conception de feuilles de route permet d'identifier des solutions technologiques en lien avec les besoins de l'écosystème et donc d'aboutir sur un positionnement stratégique ancré dans la dynamique de l'écosystème. La ligne « produits » a été remplacée par une ligne « solutions technologiques » puisque le cas d'étude est une entreprise qui vise à fournir des solutions technologiques. Les lignes « technologie » et « ressources » ont été remplacées par « capacités technologiques de l'entreprise » et « écosystème » puisque les solutions technologiques que l'entreprise va développer doivent se baser sur les capacités technologiques de l'entreprise ou bien sur des ressources présentes dans l'écosystème qui l'entoure. La création de cette ligne « écosystème » permet de faire apparaître directement sur la feuille de route les ressources qu'il faudra aller chercher à l'externe de l'entreprise et donc les partenariats qui doivent être mis en place avec ces acteurs.

Cette feuille de route permet donc de prendre en compte, de visualiser et d'inciter la complémentarité entre l'entreprise et l'écosystème. Elle fait en effet apparaître les besoins de l'écosystème auxquels l'entreprise peut répondre, mais aussi les capacités technologiques de l'écosystème sur lesquelles l'entreprise peut s'appuyer pour développer ses solutions technologiques.

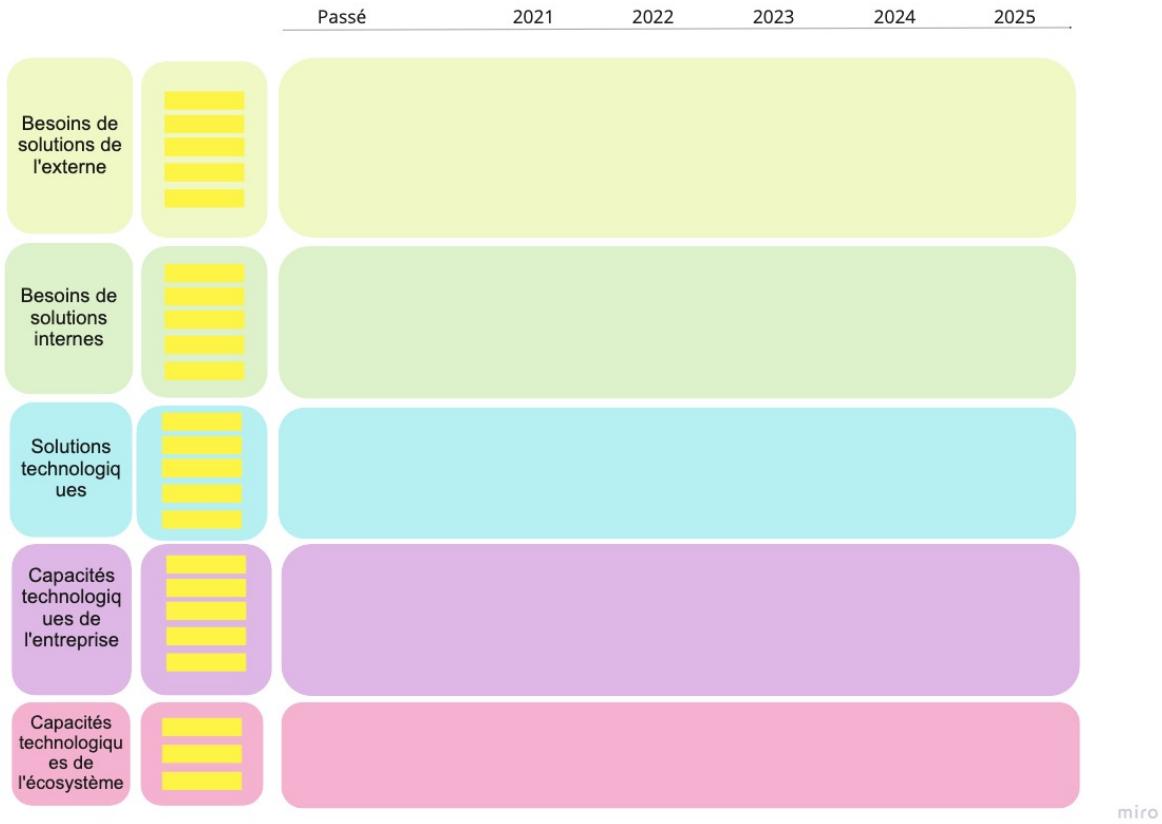


Figure 4.8 Modèle de la feuille de route générale à compléter

L'axe du temps part du passé et va jusqu'en 2025 afin de faire apparaître les capacités technologiques qui ont déjà été développées par l'entreprise θ et de planifier les solutions technologiques sur lesquelles l'entreprise θ devrait investir d'ici à 2025. Afin de remplir cette feuille de route, plusieurs activités doivent se succéder. Puisque l'entreprise θ est avant tout un centre de recherche en technologie et possède donc déjà certaines capacités technologiques qu'elle souhaite développer, il a été choisi d'adopter une méthode croisée innovation par l'offre/innovation par la demande (techno push/market pull). On ne part donc pas seulement des besoins du marché ou des capacités technologiques de l'entreprise θ mais des deux en parallèle qu'on va venir croiser afin de déterminer les solutions technologiques sur lesquelles l'entreprise θ devrait investir. Les différentes activités de l'atelier ont été adaptées afin de permettre de déterminer ces solutions technologiques.

Atelier 1 activité 1

La méthode S-Plan préconise de faire une succession d'ateliers afin de déterminer d'abord

les besoins, puis les produits à développer en fonction de ces besoins et enfin les technologies à développer en fonction de ces produits. Puisque la méthode présentée dans ce rapport est adaptée pour une entreprise technologique, il a été choisi de partir à la fois des besoins et des capacités technologiques de l'entreprise pour déterminer les solutions technologiques qu'elle devrait développer.

La première activité consiste donc à sélectionner en parallèle les besoins du marché et les capacités technologiques de l'entreprise θ . Deux binômes sont constitués, un travaille sur la sélection des besoins à partir du schéma représenté dans la figure 4.9 et l'autre travaille sur la sélection des capacités technologiques de l'entreprise θ à partir du schéma représenté dans la figure 4.10.

Sélection des besoins du marché					
MARCHÉ :	OUI ou NON ?				
Le besoin existe-t-il pour plusieurs acteurs ?					

Figure 4.9 Modèle de la matrice à compléter lors de l'activité 1 du premier atelier pour la partie besoins

Afin de compléter ce modèle, les besoins présentés lors de la restitution peuvent être indiqués sur la première ligne. Afin d'être sélectionné, un besoin doit exister pour plusieurs lignes de produits du groupe G ou pour plusieurs clients externes. L'exercice consiste ici simplement à remonter les besoins que les participants trouvent pertinents puis à remplir le tableau avec des « oui » ou « non » pour la question posée. Les besoins ayant obtenu un « oui » seront sélectionnés pour l'activité 2. Le nombre de colonnes du tableau a été fortement augmenté pour l'atelier afin de ne pas limiter les participants.

Concernant les capacités technologiques de l'entreprise θ , le second binôme doit remplir la figure 4.10. Les capacités technologiques peuvent être indiquées sur la première ligne. Afin d'être sélectionnée, une capacité technologique doit valider les conditions d'une solution

technologique. Quatre de ces conditions ont été traduites ici afin de guider les participants. Concrètement, les participants peuvent mettre toutes les capacités technologiques de l'entreprise θ auxquelles ils pensent puis répondre aux quatre questions. Les capacités technologiques ayant trois « oui » pour les trois premières lignes sont sélectionnées pour l'activité 2. Le choix a été fait de ne pas éliminer les capacités technologiques ayant un « non » à la quatrième ligne (correspondant au fait que la capacité technologique soit propre à l'entreprise), car cette condition est difficile à obtenir. Même si il est préférable que la capacité soit propre à l'entreprise θ , ce n'est pas éliminatoire qu'un autre acteur dispose de cette capacité. Là encore, le nombre de colonnes du tableau a été fortement augmenté pour l'atelier afin de ne pas limiter les participants.

Sélection des capacités technologiques					
TECHNOLOGIE : La capacité se base-t-elle sur des technologies de TRL 3 ou plus ?	OUI ou NON ?				
CAPACITÉS : Est-ce que l'entreprise a investi plus de X CAD dans cette capacité ? (difficilement imitable)	OUI ou NON ?				
Est-ce que l'entreprise possède des experts travaillant sur cette capacité ?	OUI ou NON ?				
FUTURE : Est-ce que cette capacité est propre à l'entreprise ? (expertise à l'interne et pas ailleurs dans la groupe, idéalement pas ailleurs à l'externe)	OUI ou NON ?				

Figure 4.10 Modèle de la matrice à compléter lors de l'activité 1 du premier atelier pour la partie capacités technologiques

Atelier 1 activité 2

À la fin de l'activité 1, plusieurs besoins et capacités technologiques sont sélectionnés en

fonction des réponses aux lignes des figures 4.9 et 4.10 comme expliqué ci-dessus. Il faut ensuite regarder la concordance entre les besoins remontés par plusieurs acteurs qui pourraient déboucher sur des solutions technologiques de l'entreprise θ et les capacités technologiques de l'entreprise θ . Entre les deux activités, ces besoins et capacités technologiques sont reportés dans la matrice de lien présentée figure 4.11.

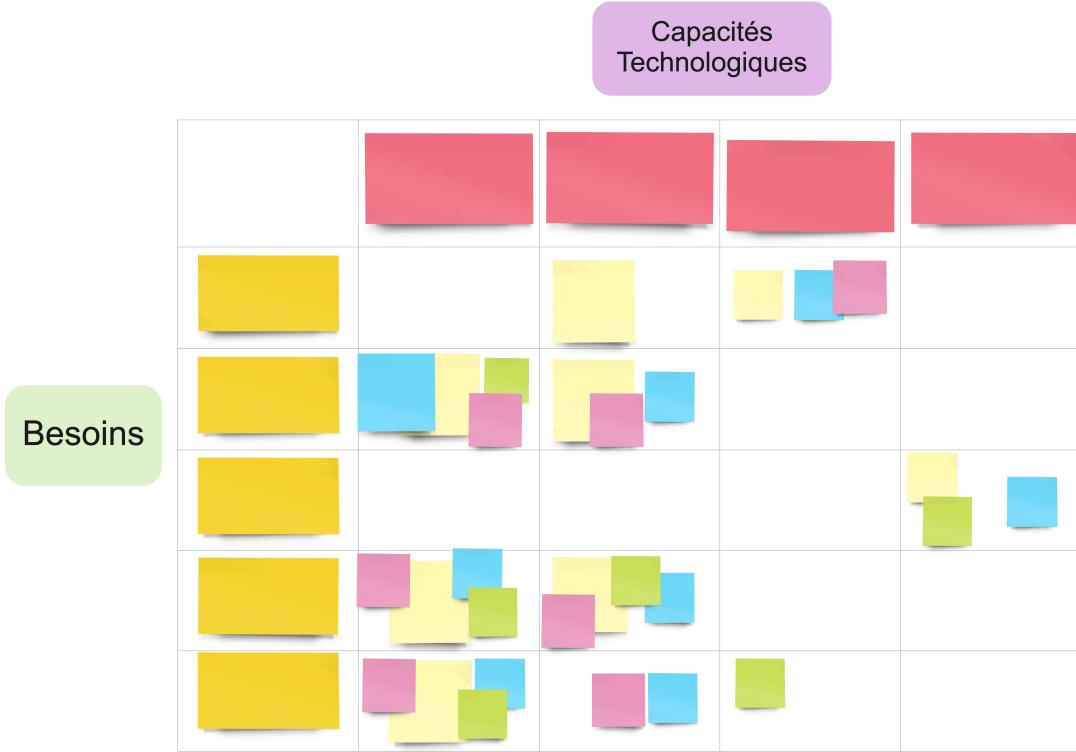


Figure 4.11 Modèle de la matrice de lien à compléter lors de l'activité 2 du premier atelier

Les participants ont chacun une couleur de post-it. Ils doivent mettre un post-it là où ils pensent que le besoin de la ligne est relié avec la capacité technologique de la colonne. L'objectif de l'activité est de déterminer les lignes ayant le plus de post-it : elles peuvent donner naissance à des solutions technologiques. Il est également intéressant de regarder les colonnes ayant peu de post-it : il faut peut-être revoir si ces capacités technologiques sont toujours d'actualité. Si elles ne correspondent plus aux besoins du marché les investissements sur ces capacités technologiques devraient être coupés.

Atelier 2

À la suite du premier atelier, des solutions technologiques sont déterminées. Afin de répondre au mieux aux besoins avec ces solutions technologiques, des ateliers permettant des réaliser

des feuilles de route spécifiques sur une solution technologique ont été réalisées avec des responsables des lignes de produits ayant exprimé le besoin d'une telle capacité. La méthode S-Plan propose de faire tous ces ateliers en parallèle à la suite du premier atelier. Cependant, puisque nos ateliers se sont tenus en ligne et ne représentaient donc pas une contrainte de déplacement des participants, il a été décidé de fractionner le processus et de réaliser ces ateliers spécialisés une semaine plus tard à des horaires différents. Cela permet d'inviter d'autres personnes choisies spécifiquement en fonction du sujet de l'atelier. Faire les ateliers de manière décalée et non pas tous en même temps permet de mieux diriger les différents ateliers puisque l'organisateur est toujours présent.

La matrice « feuille de route focalisée » proposée par l'IfM dans le cadre de la méthode S-Plan (figure 4.7) a été légèrement adaptée et clarifiée pour l'exercice comme présenté dans la figure 4.12. Les différentes étapes ont été gardées, mais des questions plus précises ont été déterminées afin de guider l'atelier. Les étapes de remplissage de cette feuille de route et les différentes questions sont représentées sur la figure 4.13.

La toute première étape consiste à bien définir le sujet de la feuille de route. On définit ensuite l'objectif de développement de la capacité en répondant à diverses questions concernant le marché, la solution et les capacités qui doivent être développées. On essaie dans un second temps de clarifier l'état actuel de la situation concernant le sujet en question. Enfin, on essaie de définir les étapes de développement de la capacité.

4.5.4 Déroulement du processus avec l'entreprise θ

Présentation de la démarche aux futurs participants

Avant la tenue du premier atelier, la démarche a été présentée aux futurs participants afin d'avoir leur avis sur cette démarche et de les impliquer au maximum dans l'exercice. Une rencontre a été faite avec l'individu T1 puis une avec l'individu T2 (tous deux responsables technologiques au sein de l'entreprise θ) pour leur présenter la démarche et obtenir leur avis sur la forme de l'atelier. Ces deux rencontres ont également permis d'avoir une première idée des capacités technologiques de l'entreprise θ à mettre dans la feuille de route pour la préremplir. Une rencontre a aussi été faite avec l'individu E1 pour lui présenter la démarche et obtenir les premières informations sur les différentes Start-ups incubées par l'entreprise θ . Les individus M1 et M2 ont quant à eux été informés par courriel de la démarche et de la tenue des différents ateliers.

Capacité : Etape 0					Participants :			Date :	
	Etat actuel Etape 2			Développement de la capacité Etape 3			Vision Etape 1		Date ?
Marché	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Résolution actuelle ?</div> <div style="text-align: center;">Liens avec le civil ?</div> </div>			<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Risques/ barrières ?</div> <div style="text-align: center;">Prise de décisions ?</div> </div>			<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Objectifs? Date ?</div> <div style="text-align: center;">Opportunité? Date ?</div> <div style="text-align: center;">Régulation? Date ?</div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Clients ?</div> </div>
Solution	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Etat de l'art ?</div> <div style="text-align: center;">Qui à l'interne ?</div> <div style="text-align: center;">Compétiteurs?</div> </div>			<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">PoC? Date ?</div> <div style="text-align: center;">MVP? Date ?</div> <div style="text-align: center;">Intégration? Date ?</div> <div style="text-align: center;">Pivot? Date ?</div> <div style="text-align: center;">Alternative? Date ?</div> </div>			<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Fonctionnalités à développer!</div> <div style="text-align: center;">Compétition?</div> </div>		
Capacités	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Technologie?</div> <div style="text-align: center;">Depuis combien de temps ?</div> <div style="text-align: center;">Investissement?</div> <div style="text-align: center;">Capacités en interne ?</div> <div style="text-align: center;">Partenariats?</div> </div>			<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Risques/ barrières ?</div> <div style="text-align: center;">Financement ?</div> <div style="text-align: center;">Propriété intellectuelle ?</div> </div>			<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">Expérience utilisateur?</div> <div style="text-align: center;">Technologie?</div> <div style="text-align: center;">Performance minimum?</div> </div>		

Figure 4.12 Modèle de la feuille de route spécifique à remplir pour chaque sujet sélectionné

Préremplissage de la feuille de route

Avant le premier atelier, la feuille de route a été préremplie avec les informations disponibles. Les lignes de besoins ont été complétées avec les informations obtenues à partir de la cartographie des écosystèmes interne et externe. Les informations concernant les besoins de solutions en IA obtenues lors des entrevues et de l'enquête par questionnaire ont été triées par catégories et indiquées sur les deux premiers niveaux de la feuille de route : « besoins de solutions de l'externe » et « besoins de solutions de l'interne ».

La ligne capacité technologique a été préremplie avec les informations issues des ateliers de conception de feuilles de route de décembre 2020 et d'informations données par l'individu T2 (responsable technologique).

<p>Etape 2 :</p> <p>Clarifier l'état actuel</p> <p><u>Marché :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Comment le problème est résolu actuellement? <p><u>Application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Etat de l'art actuel sur ce type de solution ? - Qui travaille sur la solution à l'interne ? - Quels sont vos compétiteurs sur ce type de solutions ? <p><u>Technologie:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Où en est la technologie sur ce type de solution? - Depuis combien de temps Thales travail sur la solution ? - Combien a été investi ? - Est-ce que vous avez la capacité en interne de développer cette solution ? - Est-ce que vous avez des partenariats pour cette solution ? 	<p>Etape 3 :</p> <p><u>Application : Etablir les étapes de développement de la capacité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Est-ce qu'il y a une preuve de concept reliée à cette capacité? (Date?) - Est-ce qu'un MVP est réalisé/ prévu pour cette capacité ? (Date?) - Comment prévoyez-vous d'intégrer cette capacité à vos solutions ? - Comment sont prises les décisions de continuer le développement à chaque étape? - Qu'est-ce qui pourrait vous pousser à faire pivoter votre capacité ? - Quels sont les scénarios alternatifs possibles ? <p><u>Ressources</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Quels sont les risques/barrières de développement de cette capacité ? (\$, techno, régulations) - Qui détient la propriété intellectuelle des solutions développées ? - Horizon de temps pour le développement de chaque fonctionnalité ? - Financement (provenance, importance, priorité pour la BL) 	<p>Etape 0 : Présenter la capacité sur laquelle on va faire l'exercice</p> <p>Etape 1 : Définir l'objectif du développement de cette capacité</p> <p>-Horizon de temps ?</p> <p><u>Marché</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Opportunité ? - Pourquoi ? (Objectifs) - Régulation ? - Client ? (Quel type de client) <p><u>Application</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Quels sont les fonctionnalités à développer ? - Comment est-ce que vous prévoyez de vendre la capacité ? -Compétition ? <p><u>Capacités</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Comment est-ce que l'utilisateur sera intégré au développement ? - Technologies qui seront utilisées ? - Performance? (niveau minimum attendu)
---	---	---

Figure 4.13 Description des étapes pour compéter la feuille de route spécialisée de l'atelier 2, inspirée du modèle proposé par l'IfM présenté figure 4.7.

Présentation des résultats de la cartographie de l'écosystème

Le processus a débuté par la présentation des résultats préliminaires, i.e les résultats des différentes cartographies à l'origine du projet. Les résultats des entrevues internes et externes et ceux du questionnaire de niveau de préparation à l'IA qui a également été passé à l'interne et à l'externe du groupe G ont été présentés aux participants. La restitution a été faite en direct avec les 5 participants du premier atelier et a été enregistrée afin d'être visionnable par d'autres employés de l'entreprise θ.

Les résultats préliminaires ont été présentés directement sur le Miro qui a servi par la suite à la réalisation des ateliers. La présentation a été volontairement très visuelle afin de maximiser la transmission d'informations. Il aurait été possible de faire passer aux différents participants un rapport quelques jours avant le premier atelier, mais le choix a été fait de faire cette restitution en direct afin de demander le moins de temps possible aux participants tout en

s'assurant de bien transmettre toutes les informations importantes. La présentation a duré une heure et s'est déroulée en plusieurs parties :

- Présentation de la démarche globale dans laquelle s'inscrivent les ateliers de conception de feuilles de route technologiques (5 minutes).
- Présentation des résultats de la cartographie de l'écosystème, i.e. les résultats des différentes visualisations de l'écosystème, mais aussi les résultats obtenus lors des entrevues et de l'enquête par questionnaire, à l'interne et à l'externe du groupe G (30 minutes).
- Discussions sur ces résultats (10 minutes).
- Présentation du déroulement du premier atelier et temps laissé aux participants pour regarder la feuille de route précomplétée et poser leurs questions au besoin (15 minutes).

Cette présentation a été faite la veille du premier atelier. Il ne fallait pas faire cette restitution trop tôt afin que les participants aient encore les informations en tête lors du premier atelier. Il était également préférable de ne pas la faire juste avant le premier atelier afin de laisser du temps aux participants de poser leurs questions concernant les informations fournies et de découvrir le Miro par eux-mêmes avant le premier atelier s'ils le souhaitaient.

Dans un premier temps, les résultats obtenus au niveau de l'EDAC ont été présentés. La démarche menée à l'externe du groupe a été expliquée aux différents participants. Cette démarche est expliquée dans le chapitre 4 : méthodologie. Les différentes cartographies obtenues à l'externe ont ensuite été présentées. Il s'agit des cartographies visibles dans le chapitre 5. Les résultats des besoins et bloquants en termes d'IA cités lors des entrevues ont ensuite été présentés. Pour les résultats des entrevues, une visualisation Miro contenant dans des post-its les réponses des différents répondants a été réalisée. On peut la voir en annexe. Pour finir la restitution des résultats obtenus à l'externe de du groupe G, les résultats obtenus au questionnaire de niveau de préparation à l'IA ont été présentés.

Les résultats obtenus à l'interne du groupe ont ensuite été présentés. Le même ordre de présentation a été suivi que pour les résultats externes : présentation de la démarche, présentation de l'analyse des données existantes et de la cartographie de l'écosystème interne, présentation des résultats des entrevues et présentation des résultats du questionnaire de niveau de préparation à l'IA. La restitution s'est terminée par une comparaison entre les résultats du questionnaire obtenus à l'interne et ceux obtenus à l'externe.

Une fois les résultats préliminaires présentés et le temps de questions sur ces résultats passé, le déroulement de la suite des ateliers a été présenté aux participants.

Atelier 1 : conception d'une feuille de route globale

Le lendemain de la restitution des résultats préliminaires, s'est tenu le premier atelier de conception de feuilles de route technologique avec les cinq participants sélectionnés.

Il s'est déroulé ainsi :

- Explication par l'individu S1 (responsable de l'équipe stratégie de l'entreprise θ) de la définition des solutions technologiques et de leur importance étant donné que la direction de l'entreprise θ a décidé début 2021 de concentrer la vision de l'entreprise sur ces capacités plutôt que sur le développement de produits (10 minutes).
- Deux activités de remue-méninges guidées en parallèle afin de synthétiser :
 - Les capacités technologiques actuelles de l'entreprise θ (ayant un TRL ≥ 3).
 - Les besoins de solutions provenant des différentes entrevues et présentés lors de la restitution des résultats des préliminaires.

Chaque binôme était constitué d'une personne orientée marché et d'un responsable technologique afin de permettre des échanges au sein des binômes et d'avoir la double vision marché/technologique dans chaque binôme (40 minutes).

- Présentation à l'autre binôme des résultats trouvés (15 minutes).
- Pause pendant laquelle la matrice de lien a pu être préremplie avec les résultats de l'activité précédente (5 minutes).
- Remplissage de la matrice de lien afin de mettre en évidence les besoins de solutions transverses. Cette matrice permet aussi de visualiser les capacités technologiques de l'entreprise θ sur lesquels il est le plus important d'investir et celles qui ne correspondent pas vraiment aux besoins de solutions remontés (20 minutes).

La durée de 90 minutes a été choisie afin que les quatre participants puissent être présents sans avoir de délai trop longs entre la proposition de l'atelier et sa date de tenue réelle. Cependant, 40 minutes n'ont pas suffi pour que les binômes synthétisent respectivement les besoins et les capacités technologiques de l'entreprise θ . Il a donc été nécessaire de réaliser une deuxième session de l'atelier. Toujours contraint par les emplois du temps, le choix a été fait de réaliser deux sessions de manière séparée : une avec le premier binôme pour déterminer les besoins et une avec le second binôme pour déterminer les capacités technologiques de l'entreprise θ . Ces deux sessions ont duré 60 minutes et ont eu lieu la semaine suivante la première session. Les participants ont ensuite eu quelques jours afin de compléter la matrice de liens mise à jour avec les informations des secondes sessions.

Analyse des résultats de l'atelier 1

Les résultats du premier atelier ont été analysés ainsi :

- Pour chaque ligne de la matrice besoins/capacités (figure 4.11), une case remplie par trois post-its ou plus rapporte un point. On somme ces points pour avoir le total de la ligne.
- Pour chaque colonne, une case remplie par trois post-its ou plus rapporte un point. On somme ces points pour avoir le total de la colonne.
- Les lignes ayant un total élevé correspondent à des besoins pour lesquels l'entreprise θ possède de nombreuses capacités technologiques en lien avec ces besoins : ils pourraient découler sur des solutions technologiques développées par l'entreprise θ .
- Les colonnes ayant des totaux faibles correspondent aux capacités technologiques de l'entreprise θ qui sont reliées à peu de besoins. Il faut donc réfléchir au futur de ces capacités technologiques : si elles ne correspondent pas ou plus à des besoins, les investissements dans ces capacités devraient peut-être être arrêtés.

Une recherche dans les notes des entrevues a ensuite été réalisée afin de retrouver les personnes ayant exprimé des besoins avec un total de point élevé. Ces personnes ont ensuite été recontactées afin de planifier une rencontre de travail avec chacune d'entre elles focalisée sur ce besoin spécifique et la solution technologique qui pourrait y répondre.

Ateliers de conception de feuilles de route spécialisées sur une solution technologique

Des ateliers de conception de feuilles de route spécialisées ont été ensuite réalisés en suivant le modèle présenté sur les figures 6.3 et 4.13. Quatre rencontres de travail de 60 minutes ont été réalisées : trois à l'interne du groupe G et un avec un acteur de l'EDAC.

Restitutions des résultats finaux

Les résultats analysés du premier atelier, mais aussi des ateliers 2 ont été présentés aux quatre participants du premier atelier ainsi qu'à l'individu E1 (personne ayant une bonne connaissance de l'écosystème entourant l'entreprise θ).

Cette restitution a permis aux participants de débattre du futur des capacités technologiques de l'entreprise θ et de la façon d'intégrer les compétences de l'écosystème dans leurs futurs projets. La présence de l'individu E1 a permis d'ajouter à la feuille de route les capacités des start-ups incubées par l'entreprise θ en lien avec les solutions technologiques que l'entreprise souhaite développer. Des partenariats avec ces start-ups pourraient être envisagés à l'issue

du processus. La prise en compte des expertises de l'écosystème lors du processus de création de feuille de route permet de définir un positionnement stratégique qui intègre au mieux les expertises de l'écosystème.

Finalement, La prise en compte de l'écosystème peut être intégrée au processus de conception de feuilles de route stratégiques pour une entreprise en débutant le processus par une cartographie de l'écosystème. Dans le cas d'une entreprise technologique fournissant des solutions en IA, le recueil d'informations peut s'effectuer en deux étapes. La première étape se base sur des données secondaires et permet de repérer les acteurs de l'écosystème prêts à utiliser l'IA. La deuxième étape consiste à recueillir des données primaires auprès de ces acteurs par des entrevues et une enquête par questionnaire. Les informations obtenues concernent les différentes ambitions de ces acteurs vis-à-vis de l'IA, mais également les bloquants qu'ils rencontrent face à ses technologies. Ces informations peuvent ensuite être intégrées au processus de conception de feuilles de route afin de remplir l'étage concernant les besoins auxquels l'entreprise souhaite répondre. La feuille de route finale peut donc intégrer la prise en compte de l'écosystème au niveau des besoins. Elle peut également intégrer les capacités technologiques de l'écosystème au niveau inférieur de sa feuille de route, cela permet de tenir compte des expertises des autres membres de l'écosystème afin de coopérer avec eux. Cette méthode de conception de feuilles de route basée sur une cartographie d'écosystème permet donc de définir un positionnement stratégique prenant en compte l'écosystème.

CHAPITRE 5 CARTOGRAPHIE DES ÉCOSYSTÈMES

Ce chapitre présente les résultats obtenus au cours du processus de cartographie des écosystèmes. L'ensemble de la cartographie de l'EDAC est d'abord présenté, puis les résultats obtenus à l'interne sont exposés. Chaque cartographie débute par des visualisations faites à partir des données secondaires permettant de sélectionner les acteurs les plus prêts à utiliser l'IA pour une collecte de données primaires par entrevues et enquête par questionnaire. Les données ainsi obtenues sont ensuite présentées et analysées. Elles permettent d'évaluer plus précisément le niveau de préparation à l'IA des différents acteurs et leurs ambitions d'utilisation de ses technologies.

5.1 Cartographie de l'écosystème externe

5.1.1 Première analyse à partir de données secondaires

Pour chaque année entre 2017 et 2020, plusieurs visualisations ont été faites afin de représenter l'adoption des différents outils informatiques.

1. Une première visualisation présente l'adoption d'outils informatiques identifiés comme précurseurs à l'IA. Il s'agit des logiciels d'« analytique » permettant de faire de l'analyse de données, des logiciels « SAAS » pour « Software as a Service » ou en français : « logiciel en tant que service », des logiciels de ressources humaines (RH) : « logiciels RH » et des logiciels de « bases de données » excluant SQL.
2. Une seconde visualisation présente l'adoption de plateformes permettant de faire de l'IA : « Azure » et « AWS ».
3. Finalement, une troisième visualisation présente l'adoption de ces six outils informatiques sur une même figure.

Année 2017

La figure 5.1 représente l'adoption de trois types de logiciels précurseurs à l'IA en 2017 par les membres de l'EDAC. Il s'agit des logiciels d'« analytique », « SAAS » et « logiciels RH » car aucun acteur ne possédait de logiciel de « bases de données » excluant SQL en 2017. La couleur des points est relative au nombre de logiciels possédés par l'acteur. Les points rouges correspondent aux acteurs qui possèdent les 3 types de logiciels représentés. On remarque que seules deux entreprises possèdent les trois types de logiciels en 2017, quatre en possèdent

deux et 23 en possèdent un. Ces types de logiciels sont donc peu utilisés par les acteurs de l'EDAC en 2017.

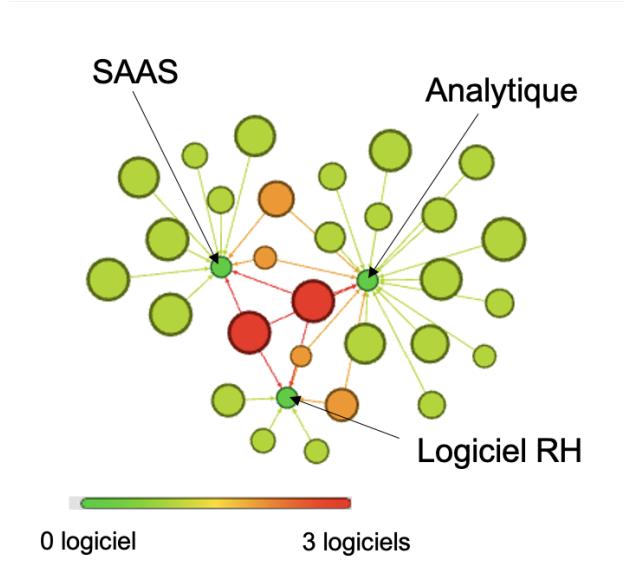


Figure 5.1 Visualisation de l'adoption des logiciels précurseurs à l'utilisation de l'IA en 2017

Concernant les plateformes « Azure » et « AWS », six acteurs utilisent ces deux plateformes et 25 utilisent seulement « Azure » en 2017, comme on peut le voir sur la figure 5.2.

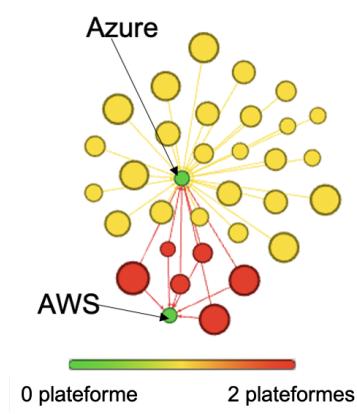


Figure 5.2 Visualisation de l'adoption des plateformes permettant de faire de l'IA en 2017

La figure 5.3 représente l'adoption des cinq outils informatiques sur un même graphique. Seules deux entreprises utilisent ces cinq outils informatiques. Il s'agit des deux entreprises identifiées figure 5.1. Ces entreprises semblent donc en avance dans l'utilisation de l'IA d'après

l'analyse des outils informatiques qu'elles utilisent. Elles doivent faire partie des entreprises à contacter pour la deuxième partie de la cartographie qui consiste à recueillir des données primaires auprès des entreprises les plus matures face à l'IA. Les entreprises ayant adopté trois types d'outils informatiques (en orange) devraient également faire partie de la liste des entreprises à contacter pour la suite de la cartographie.

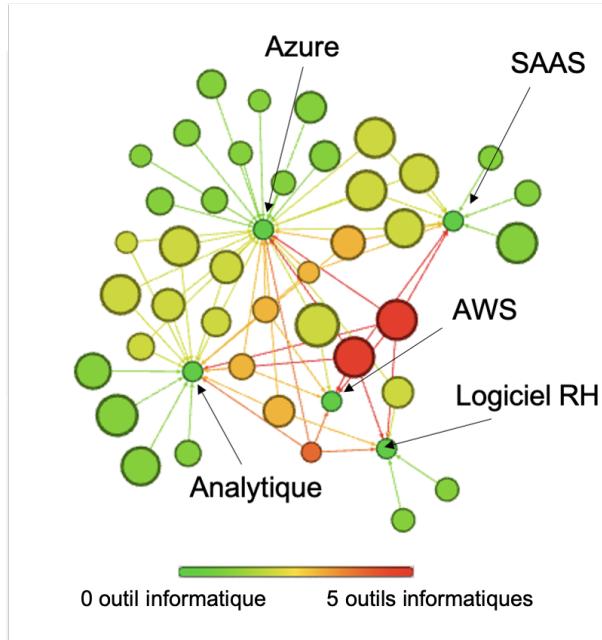


Figure 5.3 Visualisation de l'adoption des outils informatiques en lien avec l'IA en 2017

Année 2018

On remarque en 2018 beaucoup plus d'acteurs sur la représentation graphique des logiciels précurseurs à l'IA (voir figure 5.4). Cela signifie que plus d'acteurs possèdent au moins un des quatre types de logiciels sélectionnés. De plus, on a plus trois, mais quatre types de logiciels précurseurs à l'IA pour 2018. Le type de logiciels de « bases de données^{* 1} » apparaît pour la visualisation de 2018 car certains acteurs possèdent ce type de logiciels en 2018. On remarque également une nette augmentation du nombre d'entreprises possédant plusieurs de ces types de logiciels. Concernant la répartition des acteurs, de nombreux acteurs possèdent seulement des logiciels d'« analytique ». Très peu d'acteurs possèdent seulement un des trois autres types de logiciels. Certains possèdent un logiciel d'« analytique » et un autre type de logiciel. Les acteurs de l'EDAC semblent donc adopter en premier un logiciel d'« analytique » puis un ou plusieurs des autres types de logiciels.

1. * excluant SQL

L'entreprise θ apparaît sur le graphique de 2018 car elle ne possérait aucun des types de logiciels sélectionnés en 2017. Par contre, en 2018 elle fait partie des entreprises possédant les quatre types de logiciels et donc les mieux équipées pour la gestion et l'analyse des données.

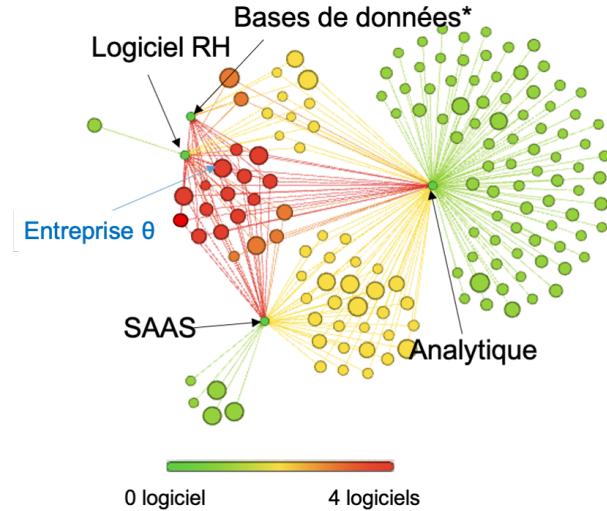


Figure 5.4 Visualisation de l'adoption des logiciels précurseurs à l'utilisation de l'IA en 2018

Malgré la forte augmentation du nombre d'entreprises possédant des logiciels « précurseurs à l'IA » entre 2017 et 2018, on a presque toujours le même nombre d'acteurs qui utilisent « Azure » et/ou « AWS » en 2018 comme on peut le voir sur la figure 5.5. L'entreprise θ n'apparaît pas ici, car elle n'utilise encore ni « Azure », ni « AWS » en 2018.

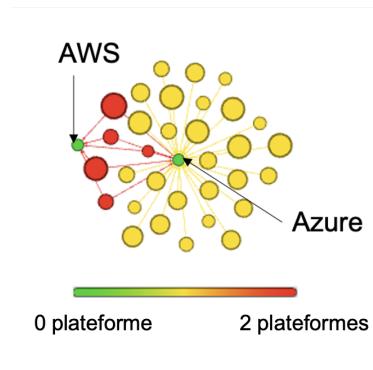


Figure 5.5 Visualisation de l'adoption des plateformes permettant de faire de l'IA en 2018.

La figure 5.6 représente l'adoption des six outils informatiques sur un même graphique. La couleur rouge correspond ici aux acteurs qui utilisent cinq des six des outils informatiques sélectionnés, car aucun acteur n'utilise les six en 2018.

Les différents acteurs qui utilisent quatre ou cinq outils informatiques en lien avec l'IA doivent être ajoutés à la liste des acteurs sélectionnés pour les entrevues et l'enquête par questionnaire puisqu'ils possèdent depuis 2018 des moyens permettant la gestion et l'analyse de données, ils pourraient donc être actuellement prêts à adopter l'IA. L'entreprise θ fait partie de ces acteurs, elle se situe donc bien au niveau des entreprises chefs de file de l'EDAC en ce qui concerne l'IA.

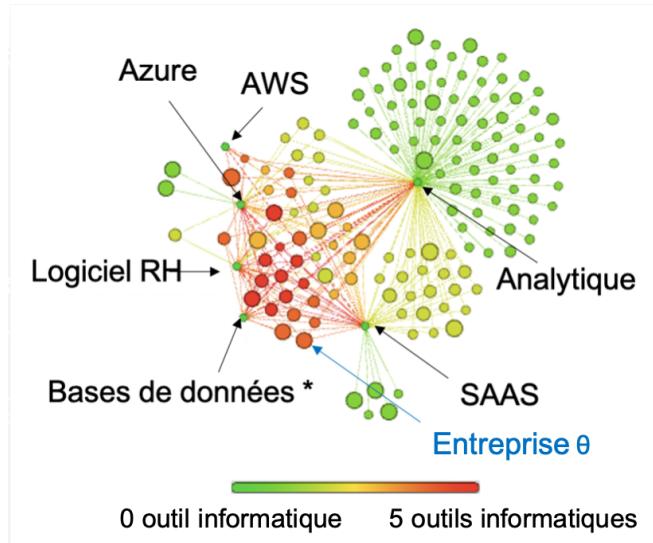


Figure 5.6 Visualisation de l'adoption des outils informatiques en lien avec l'IA en 2018.

Année 2019

On observe très peu de changement entre 2018 et 2019 au niveau de l'adoption des logiciels précurseurs à l'IA, comme on peut le voir sur la figure 5.7. L'entreprise θ fait toujours partie des rares entreprises à posséder les quatre types de logiciels.

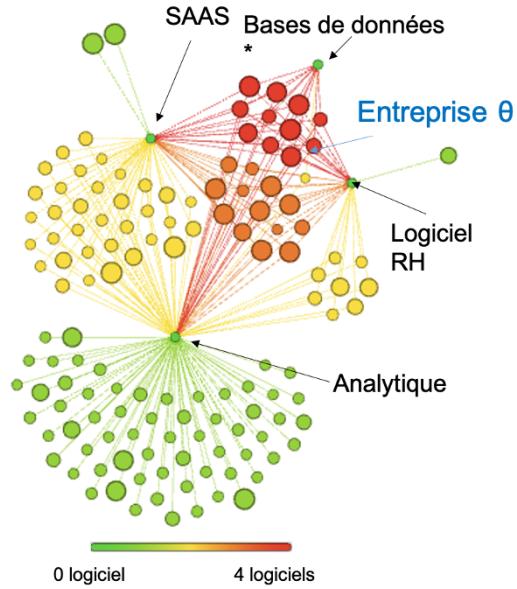


Figure 5.7 Visualisation de l'adoption des logiciels précurseurs à l'utilisation de l'IA en 2019.

De la même manière, on remarque très peu de changements au niveau de l'adoption des plateformes « Azure » et « AWS », si ce n'est l'apparition de l'entreprise θ parmi les entreprises utilisant « AWS » (figure 5.8).

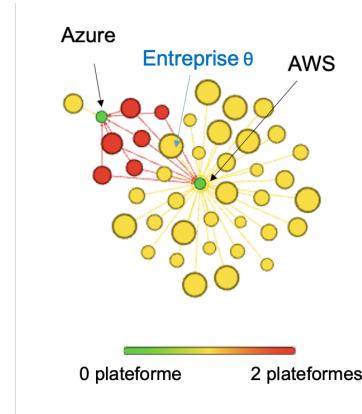
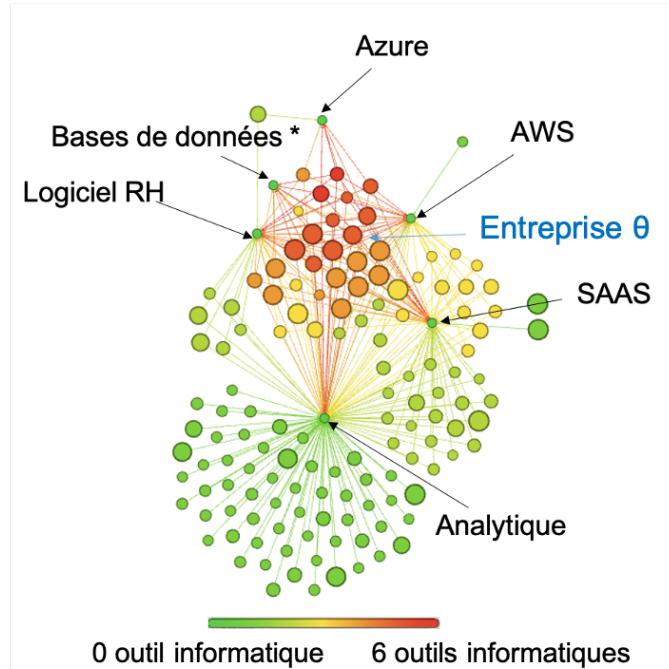


Figure 5.8 Visualisation de l'adoption des plateformes permettant de faire de l'IA en 2019.

On a donc finalement peu de changements sur la figure représentant les six outils informatiques sur un même graphique (figure 5.9) entre 2018 et 2019.



Année 2020

Peu de changements semblent apparaître entre 2019 et 2020, la visualisation comporte presque autant d'acteurs (voir figure 5.10). On peut quand même remarquer une plus grosse proportion d'acteurs qui possèdent deux ou trois types de logiciels. Certains acteurs ayant seulement des logiciels d' « analytique » en 2019 ont adopté d'autres types de logiciels précurseurs à l'IA. Si les logiciels d' « analytique » semblent être ceux adoptés en premier, ceux concernant les « bases de données » semblent être adoptés en dernier, après les « logiciels RH » et « SAAS ».

Concernant l'influence de la taille de l'entreprise sur l'adoption des différents types de logiciels, on remarque que les points rouges et oranges sont en moyenne légèrement plus gros que les points verts. Cela pourrait signifier que l'adoption des logiciels précurseurs à l'IA est plus facile pour les grandes entreprises. Il est en effet moins difficile pour une grande entreprise d'acquérir des outils informatiques, car elle dispose de plus de moyens financiers. Il est cependant tout à fait possible pour une petite entreprise d'adopter ces types de logiciels puisque certains petits points sont en rouge.

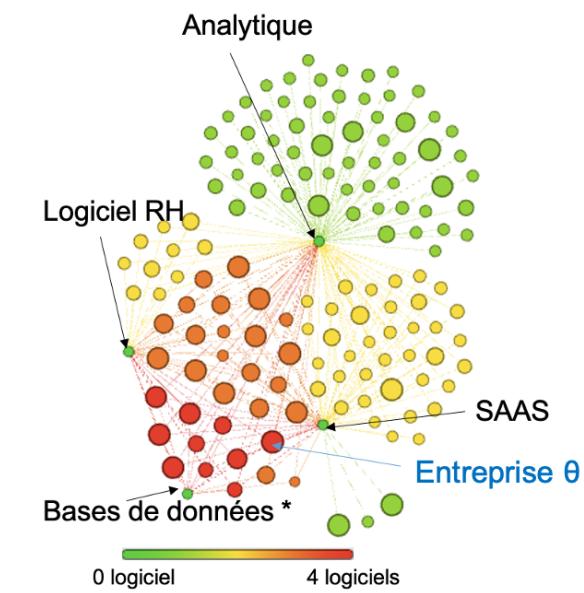


Figure 5.10 Visualisation de l'adoption des logiciels précurseurs à l'utilisation de l'IA en 2020

Une forte augmentation d'acteurs utilisant « Azure » et/ou « AWS » se produit entre 2019 et 2020 (voir figure 5.11). Une grande partie des acteurs qui possédaient en 2019 un ou plusieurs des logiciels « précurseurs à l'IA » ont adopté en 2020 « Azure » et/ou « AWS ». Après avoir adopté en 2019 des logiciels permettant de travailler avec les données, ces acteurs ont adopté en 2020 des plateformes permettant, entre autres, de faire de l'IA. Par ailleurs, l'entreprise θ fait désormais parti des points en rouge i.e. des acteurs utilisant à la fois « Azure » et « AWS ».

La taille de l'entreprise ne semble pas affecter le processus d'adoption d'« Azure » et/ou « AWS » puisqu'on ne remarque pas de différence de tailles entre les points des différentes couleurs.

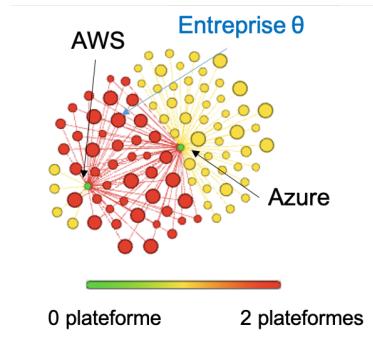


Figure 5.11 Visualisation de l'adoption des plateformes permettant de faire de l'IA en 2020

La figure 5.12 représente l'adoption des six outils informatiques sur un même graphique. On remarque par rapport à 2019 une augmentation du nombre d'entreprises possédant plusieurs outils informatiques ainsi que l'apparition de plusieurs acteurs utilisant « Azure » seul ou accompagner d'« analytique ». Cela signifie que ces entreprises ont décidé d'adopter « Azure » avant d'adopter les autres types de logiciels, ce qui n'était pas le cas les années précédentes.

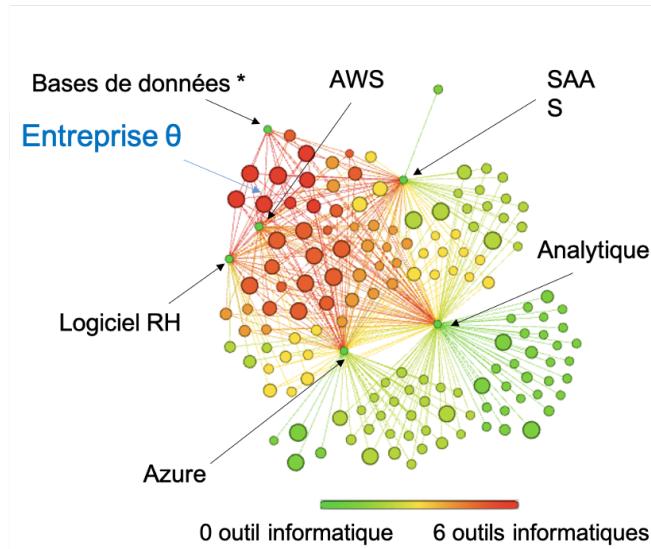


Figure 5.12 Visualisation de l'adoption des outils informatiques en lien avec l'IA en 2020.

Finalement, le plus fort changement concernant l'adoption des logiciels « précurseurs à l'IA » semble s'effectuer entre 2017 et 2018. Cela pourrait marquer une transition numérique qui débute en 2018 pour les acteurs de l'EDAC. La taille des entreprises semble affecter légèrement le processus d'adoption des différents outils informatiques. Des nœuds de toutes tailles se trouvent dans chacune des couleurs même si les points rouges sont en moyenne plus gros

que les verts. Il serait donc plus facile pour une grosse entreprise d'adopter ces outils informatiques, mais certaines petites entreprises y parviennent également.

Au niveau des plateformes permettant de faire de l'IA : « Azure » et « AWS », la transition observée entre 2019 et 2020 pourrait marquer un début de l'utilisation de l'IA en 2020. Cela correspond aux informations données par AéroMontréal lors d'une rencontre avec l'un de leurs employés :

- Les entreprises sont globalement au tout début de leur transformation numérique, elles l'ont commencé il y a deux ou trois ans et commencent à peine les projets en IA.
- La plupart des projets se concentrent encore sur l'acquisition de données. Certaines entreprises sont un peu plus avancées et font de la robotique ou de l'optimisation, mais cela concerne moins de 20 % des projets. L'utilisation de l'IA se situe encore plus loin dans la chaîne de valorisation des données. Sauf exception, les entreprises en défense et aérospatiale n'en sont pas encore là : « La plupart des entreprises ont déjà entendu parler de l'IA, mais ne savent pas vraiment ce que c'est ».

Les acteurs à interviewer en priorité sont ceux ayant adopté le plus tôt des outils informatiques en lien avec l'IA car il s'agit a priori des plus prêts à utiliser ses technologies. Ils ont en effet les moyens de gérer leurs données depuis plusieurs années. Les entreprises ainsi sélectionnées ont pu être contactées afin de participer à des entrevues visant à connaître leurs ambitions vis-à-vis de l'IA ainsi qu'à évaluer leur niveau de préparation à l'IA.

5.1.2 Entrevues des acteurs de l'EDAC

Des entrevues ont donc été menées auprès de 23 acteurs de l'EDAC.

Profil des répondants

Secteurs des entreprises interviewées

Les répondants ont été choisis parmi les membres de l'EDAC. On ne peut pas faire de distinction entre les résultats concernant la partie aérospatiale et ceux concernant la partie défense puisqu'une grande partie des répondants travaillent dans ou avec ces deux secteurs.

Parmi les 23 répondants :

- Six ont pour code SCIAN 541 = « Professional, scientific and technical services » ;
- Cinq ont pour code SCIAN 336 = « Transportation equipment manufacturing » ;
- Cinq ont pour code SCIAN 332 = « Fabricated metal product manufacturing » ;
- Deux ont pour code SCIAN 335 = « Electrical equipment, appliance and component manufacturing » ;

- Cinq appartiennent à d'autres secteurs SCIAN.

Ces quatre codes SCIAN représentent 43 % des acteurs de l'EDAC. Les autres acteurs ont des codes SCIAN partagés par au plus six pour cent des acteurs. Il est donc difficile d'obtenir un échantillon vraiment représentatif de la totalité des secteurs d'activités de l'EDAC.

Tailles des entreprises interviewées

On remarque sur le tableau 5.1 que l'échantillon comporte un plus faible pourcentage de petites entreprises et un plus fort de moyennes et grandes entreprises que l'écosystème global. Cela peut-être dû au fait que certaines petites entreprises ne sont pas présentes sur la base de données ACDC qui a permis la présélection d'acteurs à interviewer. Puisque les moyennes et grandes entreprises sont moins nombreuses que les petites entreprises, il est plutôt positif que l'échantillon comporte un pourcentage plus grand de ces types d'entreprises afin d'obtenir un nombre suffisant des données pour les moyennes et grandes entreprises. Il s'agit ici d'une étude pilote dont l'objectif est d'avoir une première idée des besoins de l'écosystème. Une étude plus approfondie auprès d'un plus grand nombre d'acteurs serait nécessaire pour obtenir la saturation des résultats pour les différentes tailles d'entreprises.

Tableau 5.1 Comparaison des tailles des entreprises entre l'échantillon des entrevues et l'EDAC au global

Taille des entreprises	Nombre dans l'échantillon	Pourcentage dans l'échantillon	Pourcentage dans l'EDAC
Petites entreprises : moins de 100 employés	12	52 %	66 %
Moyennes entreprises : entre 100 et 500 employés	6	26 %	19 %
Grandes entreprises : plus de 500 employés	5	22 %	15 %

Postes des personnes interviewées

Les personnes interviewées ont été réparties en 3 catégories : direction, gestion et opérations. Parmi les répondants :

- 12 occupent un poste de direction de l'entreprise (PDG, président, directeur général ou vice-président (VP)) ;
- Huit occupent un poste de gestion (directeur des ventes, directeur transformation numérique, VP innovation,...) ;
- Trois occupent un poste en opération (chef d'équipe amélioration continue, chef de projet amélioration continue, gestionnaire de produits).

La majorité des répondants appartiennent à la direction de l'entreprise et ont donc une vision globale de celle-ci et de son positionnement stratégique.

Réponses aux questions ouvertes des entrevues

Écosystème

Quelles sont selon vous les principales catégories d'acteurs de l'écosystème de défense/aérospatiale ?

À partir des réponses à cette question, la figure 5.13 a été créée. Les différents types d'acteurs cités ont été séparés en catégories et les différentes catégories ont été organisées graphiquement en fonction des indications données par les répondants sur l'organisation de l'écosystème. Ce schéma représente la vision globale des différents acteurs de l'EDAC. Les citations entre guillemets ont été données par les différents répondants lors des entrevues. Les acteurs de l'EDAC se regroupent en différentes catégories :

1. *Les grands donneurs d'ordres*

L'écosystème de la défense et d'aérospatiale est « centré autour des grands donneurs d'ordres » : « ceux qui fabriquent l'équipement final ». Ces acteurs supportent entre autres « la fabrication d'armements et d'avions ». Parmi les principaux acteurs cités, on retrouve très souvent les 4 donneurs d'ordres listés sur le site du CRIAQ :

- Bell Helicopter Textron ;
- CAE ;
- Pratt et Whitney Canada ;
- Bombardier.

D'autres grands acteurs sont aussi très souvent cités, c'est le cas de :

- Lockheed Martin ;
- Leonardo ;
- General Dynamics ;
- General Electric ;
- Rolls-Royce ;
- Parker ;
- Sikorsky.

Et bien sûr Airbus et Boeing qui « se partagent 55 % du marché total de l'aéronautique ». Du côté de la défense, le grand donneur d'ordre est le gouvernement et le département de défense nationale.

Si différents acteurs interrogés citent le gouvernement du Canada comme grand donneur d'ordre pour l'EDAC, ils mentionnent également le gouvernement américain qui

« influence fortement l'écosystème canadien ». Il investit en effet « 540 milliards de dollars » dans la défense, soit « la somme des investissements des 10 pays qui suivent en budget défense ». L'EDAC est donc influencé par les investissements impressionnantes de son pays voisin et ses politiques de défense.

2. *Les fournisseurs de ces grands donneurs d'ordres et leurs fournisseurs : Tier 1, Tier 2, Tier 3*

Si les grands donneurs d'ordres fabriquent le produit fini, « souvent les grands acteurs sont simplement des assembleurs de composants qui viennent d'ailleurs ». Ils sont fournis en « composants majeurs » par différents acteurs qu'on appelle « Tier 1 », tels que :

- Safran ;
- Héroux Devtek ;
- Collins.

Ces acteurs sont eux-mêmes fournis en sous-composants et pièces par des « Tier 2 » et « Tier 3 ». Enfin, on retrouve au tout début de la chaîne de valeur les fournisseurs de matière première. Si les OEM sont de grandes entreprises, les fournisseurs de rang 2 et 3 sont bien souvent des PME : « plus on avance dans la chaîne de valeur, plus on a de grandes entreprises ».

3. *Les clients qui achètent les produits finaux*

« Au-dessus de toute la chaîne de fabrication, il y a les compagnies aériennes » qui viennent acheter les avions. Du côté de la défense, le client final est le gouvernement.

4. *Les acteurs qui gravitent autour de cette chaîne d'approvisionnement*

En parallèle de cette organisation centrée sur la chaîne d'approvisionnement de la création de produits militaires ou aérospatiale, on retrouve :

- Les entreprises qui proposent des services techniques pour les différents acteurs précédemment cités (ex : traitements thermiques, étalonnage équipements de mesure).
- Les entreprises qui proposent des services d'accompagnement : génie, conseil, certifications.
- Des « start-ups avec des technologies disruptives qui permettent de revoir comment les produits sont développés ou manufacturés ».
- Les répondants citent également l'importance des différentes universités qui viennent former les futurs acteurs de cet écosystème « grâce aux universités de qualité, on peut avoir des personnes bien formées qui développent ensuite des beaux produits ».
- Enfin, il existe des « organismes comme AéroMontréal » qui tentent de faire le lien entre tous ces acteurs pour faire avancer l'écosystème.

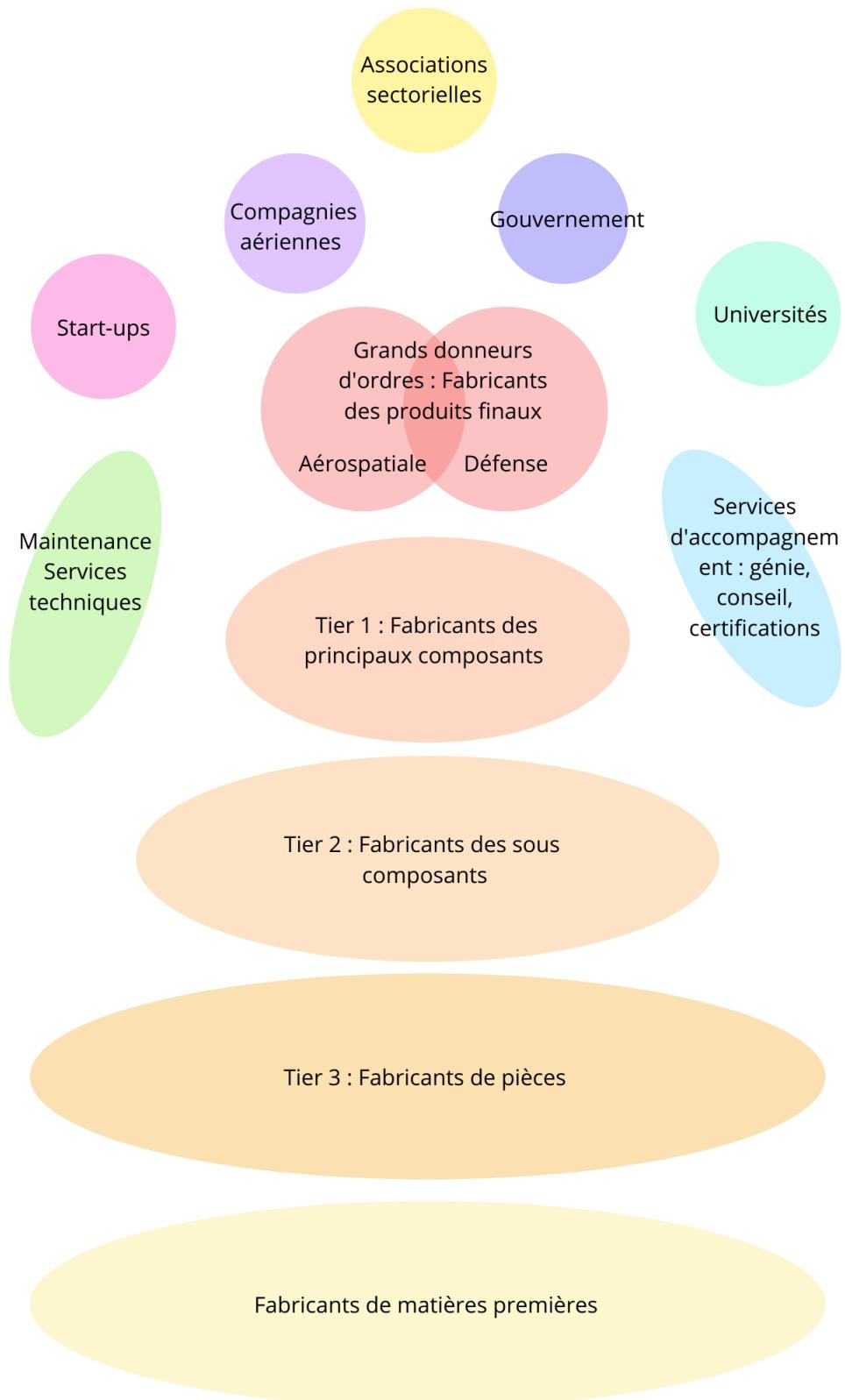


Figure 5.13 Représentation de l'EDAC d'après les différentes entrevues

L'objectif de cette question est de comprendre comment les acteurs de l'EDAC perçoivent l'écosystème qui les entoure et de préparer la question suivante concernant les relations entre ces différents acteurs.

Comment ressentez-vous les relations au sein de l'écosystème de défense/d'aérospatiale ?

La figure 5.14 montre la répartition des réponses à cette question : 20 % des répondants répondent de manière catégorique que cet écosystème est « très hiérarchique », 35 % disent qu'il est majoritairement formé sur des relations de partenariats et les 45 % restant expriment un avis plus mitigé. Alors que les relations verticales peuvent rester assez hiérarchiques, il existe de plus en plus de partenariats entre les différents acteurs.

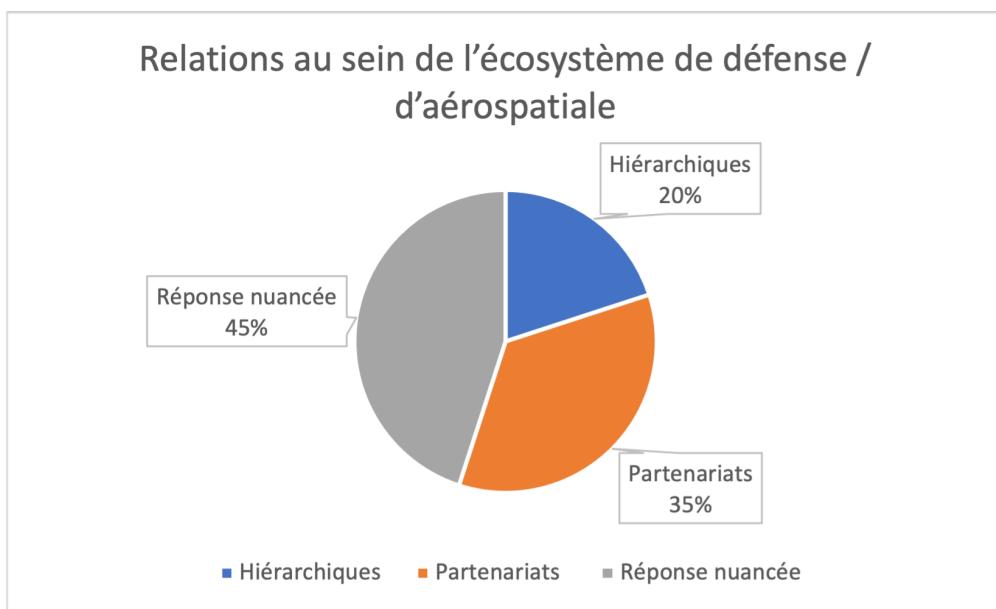


Figure 5.14 Graphique représentant la perception des différents répondants concernant les relations au sein de l'écosystème de défense/d'aérospatiale

Une organisation hiérarchique par construction

L'EDAC se construit autour de la chaîne d'approvisionnement des différents équipements. D'après un répondant : « les besoins de ces grands donneurs d'ordres rythment complètement l'écosystème ». Certains répondants perçoivent les relations comme « très hiérarchiques », notamment verticalement entre les différents échelons de la chaîne d'approvisionnement. L'OEM donne des ordres aux entreprises de Tier 1 qui en donne aux entreprises de Tier 2,etc. Selon un autre répondant : « Même les centres de recherches sont très connectés à cette hiérarchie-

là, il y a grosse traction sur les gros donneurs d'ordres ». Certains trouvent que ces donneurs d'ordre prennent beaucoup de place : « Il y a 4 gros donneurs d'ordres, c'est difficile de trouver un chemin entre les 4 ... ». Du côté de la défense, on retrouve l'idée d'un écosystème très normé, très strict : « tout le monde ne peut collaborer avec le militaire (...) c'est dur de rentrer dans ce marché-là, notamment avec les normes ITAR² ». Il s'agit pour certains d'un « secteur hyper fermé », pour lequel il faut « plusieurs années avant de rentrer dans ce cercle ». D'après plusieurs répondants, l'écosystème est donc « très hiérarchique » et « pas très collaboratif ».

De la hiérarchie clients/fournisseurs aux partenariats entre les acteurs

Certains répondants sont cependant plus nuancés, un répondant explique par exemple qu'il existe une certaine hiérarchie « du haut vers le bas : très client/fournisseur » mais ajoute qu'« entre les différents fournisseurs il y a des partenariats ». Alors que la hiérarchie dirige les relations verticales, on observe une collaboration à l'horizontale. On peut parler d'une « cohabitation compétitive collaborative » entre les différents acteurs. L'écosystème « reste hiérarchique : il y a besoin de l'OEM [Original Equipment Manufacturer ou fabricant d'équipement d'origine en français] qui tire, mais les partenariats restent importants entre les différents maillons de la chaîne ».

Même entre clients et fournisseurs, certains voient la relation plus comme un partenariat vertical qu'une relation purement hiérarchique : « on essaie de faire des améliorations pour s'aider l'un l'autre », « les clients fournissent des dessins et [les fournisseurs] font les pièces, mais peuvent suggérer des améliorations [pour réduction des coûts notamment] ». Les partenariats long terme entre clients et fournisseurs permettent de fournir plus de stabilité aux fournisseurs qui recherchent cette « stabilité avec des ententes long terme, cela rassure les investisseurs avant d'investir énormément dans les machines ». Pour certains, cette collaboration est tout simplement nécessaire. D'après un répondant « la collaboration est obligatoire, car dans un avion, tous les éléments doivent cohabiter sans causer d'interférences à leurs voisins ».

Un écosystème qui voit apparaître de plus en plus de partenariats

Pour de nombreux répondants, l'écosystème se tourne de plus en plus vers des partenariats horizontaux, notamment grâce à des associations comme AéroMontréal : « dans les associations comme AéroMontréal on est plus dans des associations de partenariats pour faire avancer des projets mutuels ». Grâce à ce type d'initiatives, l'écosystème de défense et d'aérospatiale québécois semble plutôt bien se développer : « ici je trouve qu'il y a pas mal de

2. Les normes ITAR pour « International Traffic in Arms Regulations » sont un ensemble de règlements du gouvernement fédéral américain servant à contrôler les importations et exportations des objets et services liés à la défense nationale

partenariats, l'écosystème travaille assez bien ensemble » ; « ça fonctionne quand même assez bien par rapport à ce que j'ai pu voir ailleurs » ; « dans le bassin québécois, il y a beaucoup de communication, beaucoup de partages, d'échanges, de collaboration, d'accompagnement des plus petits fournisseurs pour faire face aux réglementations très strictes pour les pièces aéronautiques pour qu'ils puissent respecter des normes». L'écosystème semble donc être sur la bonne voie en ce qui concerne la collaboration. Bien que l'écosystème se base sur une structure très hiérarchique, des initiatives sont prises pour favoriser les échanges et partenariats horizontaux et verticaux entre les différents acteurs.

Comment voyez-vous les liens de cet écosystème avec celui des nouvelles technologies et de l'IA ?

La réponse à cette question varie entre les répondants, comme on peut le voir figure 5.15, certains estiment qu'il existe très peu de liens entre ces deux écosystèmes alors que d'autres affirment que des liens existent déjà et insistent sur le fait qu'il y en a de plus en plus. Par ailleurs, plusieurs répondants soulignent le besoin de plus utiliser les nouvelles technologies et l'intelligence artificielle pour faire évoluer l'EDAC. Globalement on comprend que cet écosystème est en pleine transition vis-à-vis des nouvelles technologies, des relations commencent à se construire entre l'EDAC et celui des nouvelles technologies même si elles sont encore trop peu nombreuses d'après plusieurs répondants.

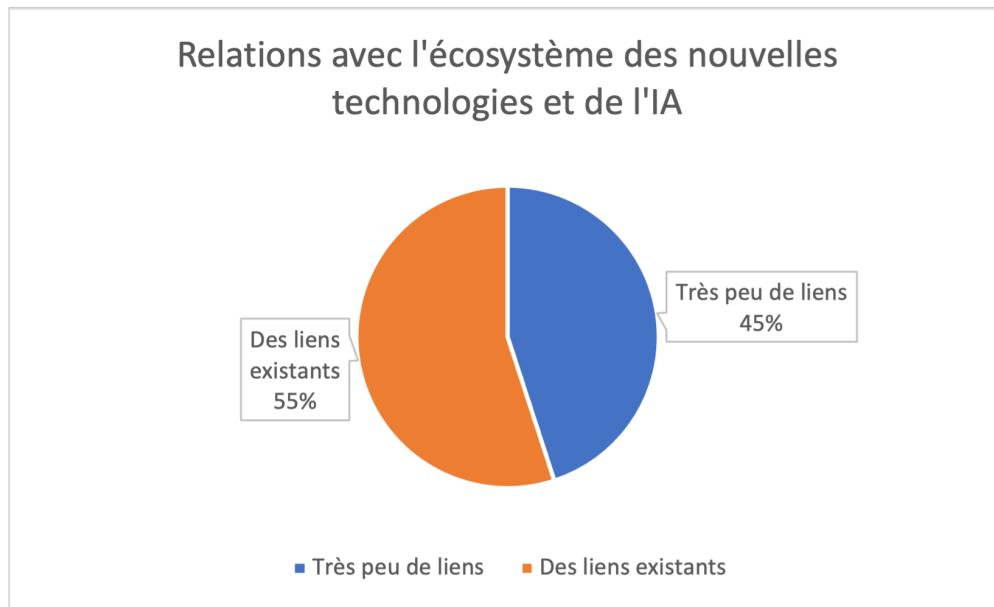


Figure 5.15 Graphique représentant la perception des différents répondants concernant les relations avec l'écosystème des nouvelles technologies et de l'IA

Encore peu de collaborations entre ces deux écosystèmes

Lorsqu'on pose la question « Comment est-ce que vous ressentez les relations entre l'EDAC et celui des nouvelles technologies et de l'IA ? », plusieurs acteurs de l'écosystème (de taille et secteurs différents) répondent : « il n'y en a pas », « localement elles sont relativement faibles », « on n'a pas de connaissances de leurs travaux alors on ne collabore pas avec eux » ou encore « il n'y a pas de culture d'innovation canadienne ». Plusieurs raisons sont évoquées pour justifier ce manque de collaborations :

- L'industrie aéronautique est très conservatrice, car très sensible : « avant de pouvoir certifier un avion, il y a énormément de tests donc on va beaucoup moins vite que d'autres industries » ; « les gros donneurs d'ordre cherchent à minimiser leurs risques donc utilisent des technologies éprouvées » ; « ça a tellement d'impact, de besoin de validations que certains préfèrent garder le statu quo ».
- La transition numérique est plus difficile pour les petits joueurs : « on aide beaucoup les grandes entreprises, mais pas tant les PME qui viennent supporter ces grandes entreprises » ; « pour les plus petits fournisseurs, il n'y a pas beaucoup de marge pour faire de l'innovation [...] t'as pas le droit de te tromper [...] j'hésiterai à me lancer dans quelque chose qui n'est pas éprouvé ».

L'industrie aéronautique met donc plus de temps à adapter les nouvelles technologies du fait de la nature même de son activité qui requiert des technologies éprouvées et certifiées. Certaines PME semblent attendre que les plus grandes entreprises se lancent dans l'IA avant de se lancer à leur tour. Cependant, d'après les entrevues menées, l'utilisation de l'IA par les grands donneurs reste encore très faible.

Si l'industrie aéronautique « a peut-être un train de retard par rapport à d'autres secteurs comme les banques, assurances [...] on ne peut pas dire qu'on rattrape le retard, mais dans les 5 dernières années il y a eu une accélération fulgurante ».

De plus en plus de collaborations

Plusieurs répondants estiment que l'EDAC est en pleine transition technologique.

- Les acteurs en nouvelles technologies s'intéressent de plus en plus au secteur aéronautique : « beaucoup d'entreprises en TI tentent de percer le milieu industriel de l'aéronautique » ; « entre les fournisseurs de pièces et les entreprises qui font des nouvelles technologies, il y a beaucoup de collaborations, pour réussir à développer ces nouvelles technologies ».
- Les entreprises en aérospatiale commencent à s'informer sur l'IA : « beaucoup de webinaires là-dessus en ce moment pour aider les entreprises à automatiser l'analyse des données via l'IA. La plupart des compagnies ont un peu de mal à se lancer là-

dedans, car il faut déjà faire tout le travail sur les données avant : récolte, formatage, ... avant l'analyse. Les compagnies en sont là en ce moment ».

L'armée est perçue comme un accélérateur au développement des nouvelles technologies. Selon un répondant, « s'il n'y a pas d'armée, il n'y a pas des milliards d'investissements dans la haute technologie ». Même si l'armée canadienne semble en retard sur ce point par rapport à celle des États-Unis : « côté Canada on n'est pas très fort niveau nouvelles technologies mais si on regarde nos voisins les États-Unis, eux ils sont très avancés sur l'utilisation de nouvelles technologies ».

L'EDAC a besoin des nouvelles technologies et de l'IA

Les acteurs en aérospatiale sont de plus en plus conscients du besoin d'intégrer des nouvelles technologies suite au succès de certaines entreprises : « de plus en plus, les entreprises les plus performantes, celles qui se démarquent sont celles qui utilisent le 4.0 ». Il y a un besoin de partenariats entre l'industrie de l'aérospatiale et les fournisseurs de solutions basées sur les nouvelles technologies : « les PME ont besoin de ces entreprises, car n'ont pas forcément les connaissances et capacités en interne ». Plusieurs répondants voient ainsi la nécessité de se rapprocher des acteurs œuvrant en nouvelles technologies : « les relations sont nécessaires, car c'est eux qui bâissent le futur [...] c'est un accélérateur ». Cependant, avant de pouvoir utiliser l'IA, de nombreuses entreprises ont « besoin de transformation digital [SIC] [...] ça devrait prendre 5-6 ans puis après les entreprises pourraient utiliser l'IA ».

Entreprise

Comment qualifiez-vous l'utilisation des nouvelles technologies dans votre entreprise ?

Pour la quasi-totalité des répondants, l'utilisation des nouvelles technologies est « très importante » pour leur entreprise, « primordiale » même pour certains. Pour beaucoup de répondants, la première réponse donnée à propos de l'utilisation des nouvelles technologies dans leur entreprise est qu'elle est « en transition ». Voici quelques citations provenant des entrevues qui représentent bien la mentalité des différents répondants face aux nouvelles technologies : « utiliser les transformations digitales permettrait d'avoir un plus grand impact sur les organisations », « l'innovation et les nouvelles technologies, c'est notre arme n1 ».

D'après les informations données par les répondants des entrevues, les technologies qu'ils utilisent actuellement appartiennent aux domaines suivants :

- Outils de communications, de planification, ERP ;
- Stockage de données ;
- Transmission de données ;

- Analyse de données ;
- Automatisation des processus ;
- Robots collaboratifs ;
- Conception assistée par ordinateur ;
- Impression 3D.

L'utilisation des nouvelles technologies est « en forte croissance » dans le domaine aérospatial, « il y a beaucoup de choses qui bougent en ce moment, tous les acteurs sont en train de se rendre compte de l'importance de l'utilisation des nouvelles technologies, de la gestion et l'utilisation des données ». Les répondants sont conscients qu'ils sont au début de leur processus d'utilisation des nouvelles technologies et qu'il reste encore beaucoup de chemin à faire : « on collecte beaucoup de données, mais ces données ne sont pas vraiment utilisées ». Voici une citation donnée lors d'une entrevue qui représente bien la philosophie actuelle d'une grande partie des acteurs : « Think big, start small, execute fast » ou en français « Penser grand, commencer petit, exécuter vite » : ils partent de problématiques concrètes qu'ils tentent de résoudre avec les nouvelles technologies. Ils ont de grandes ambitions, mais commencent par de petits projets afin de monter en compétences et de limiter les risques. En effet, si l'aéronautique a besoin d'innovations, c'est aussi « un domaine conservateur », « très rigide pour s'assurer que c'est sécuritaire ». Puisque « l'innovation amène des risques », les différents acteurs se doivent d'être prudents et leur virage vers le numérique prend plus de temps que dans d'autres industries pour lesquelles ce risque est moins fort.

Selon vous, qu'est-ce que l'IA pourrait apporter à votre entreprise ?

Lors de l'analyse des réponses à la question : « Selon vous, qu'est-ce que l'IA pourrait apporter à votre entreprise ? » posée lors des entrevues, les différents besoins de solutions en IA exprimés ont été regroupés en 5 catégories :

- Optimisation multicontrainte ;
- Aide à la décision ;
- Reconnaissance d'objets ;
- Maintenance ;
- Systèmes autonomes.

La figure 5.16 montre la répartition des besoins qui pourraient utiliser l'IA cités lors des entrevues par plusieurs répondants.

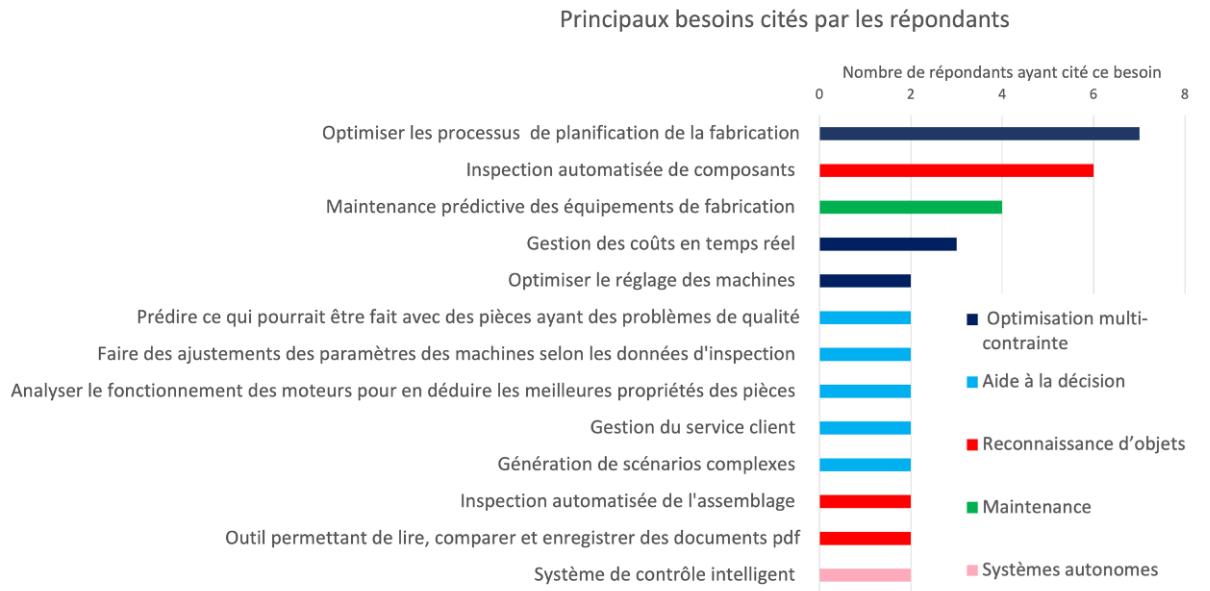


Figure 5.16 Graphique représentant la répartition des besoins IA cités lors des entrevues

Les trois grands sujets d'IA qui semblent intéresser le plus d'acteurs de l'EDAC sont l'utilisation de l'IA pour optimiser les processus de fabrication, pour faciliter le contrôle qualité et pour faire de la maintenance prédictive sur les équipements de fabrication. A plus long terme, certains imaginent même des systèmes de contrôle effectué à 100 % par des robots ou encore une planification qui se mettrait à jour automatiquement en fonction des retards de production communiqués par les différentes machines, sans intervention humaine.

Quels sont vos enjeux ou freins liés à l'utilisation de l'IA ?

Les bloquants énoncés ont été regroupés en fonction des 4 piliers identifiés comme nécessaires à la mise en place de l'IA : Technologique, Financier, Culturel et Organisationnel.

La figure 5.17 montre la répartition des différents défis face à la mise en place de l'IA cités par les répondants. De nombreuses personnes expriment des difficultés d'accès aux données pour faire de l'IA ainsi que d'autres bloquants technologiques comme par exemple avoir la preuve de l'efficacité de ces technologies encore récentes. L'idée d'avoir une IA fiable et certifiable est encore plus importante que dans d'autres domaines. Bien sûr lorsqu'on pense à de l'IA dans un avion transportant des personnes, on se rend compte du risque et du besoin de la certification de l'IA. Ce qui est peut-être moins évident est que ce besoin de certification va jusqu'à la création de la moindre pièce qui va servir pour la fabrication d'un produit aéronautique. L'utilisation de l'IA pour créer les pièces requiert donc lui aussi un certain niveau de confiance

en l'IA, car ces pièces doivent respecter des normes très précises. Le secteur manufacturier de l'aéronautique et de la défense est donc très différent des autres secteurs manufacturiers sur ce point. Les bloquants technologiques ne sont pas les seuls, de nombreux bloquants organisationnels ou culturels ont été évoqués par les différents répondants. Ces différents bloquants ont été comparés aux réponses du questionnaire de niveau de préparation à l'IA. Le résultat de cette analyse est présenté dans la partie 6.1.4.

Défis posés par l'IA

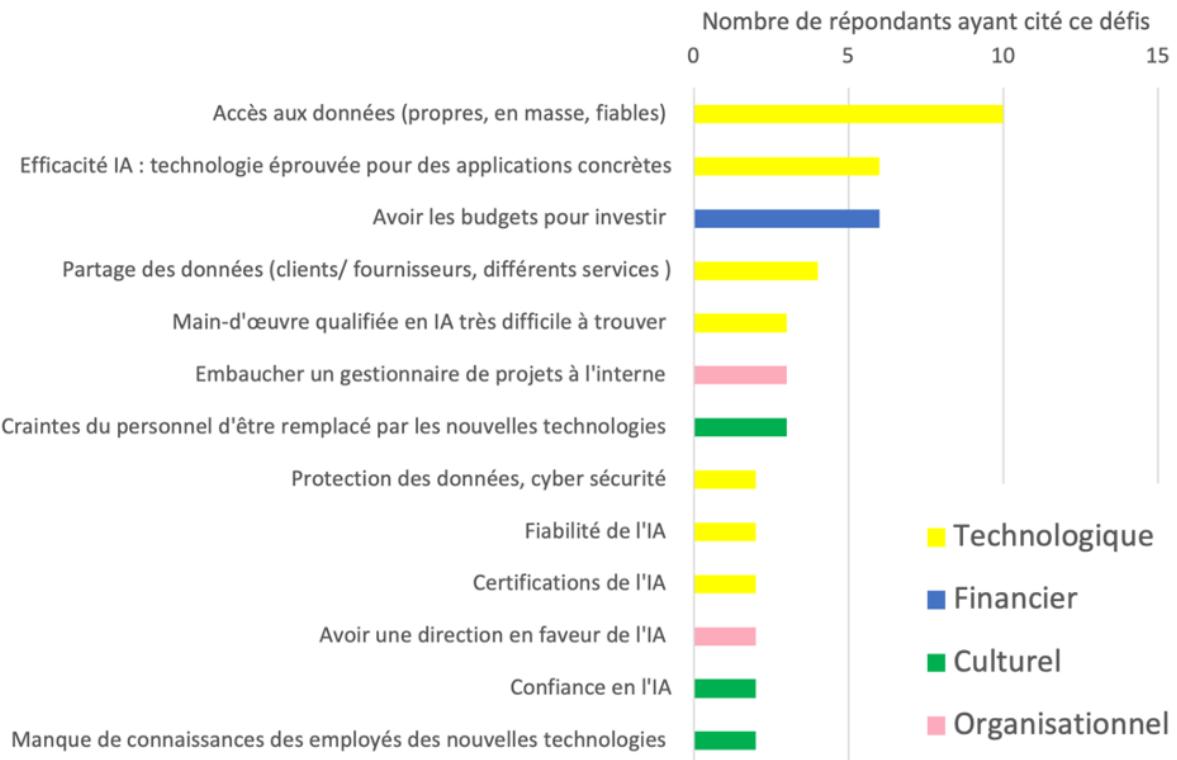


Figure 5.17 Graphique représentant la répartition des défis cités par les différents répondants

Voyez-vous de potentiels facilitateurs pour la mise en place de l'IA ?

Tel qu'illustré dans la figure 5.18, une des réponses les plus fréquentes à cette question est « les aides financières du gouvernement ». Ces aides semblent avoir aidé beaucoup d'entreprises à se lancer en minimisant le risque financier à supporter. D'après les répondants, ces aides doivent continuer pour que l'utilisation de l'IA s'intensifie dans les prochaines années au sein de l'EDAC. Les initiatives d'AéroMontréal « qui aident pour le lancement de projets et permettent la mise en contact de différents acteurs » sont également citées par 6 des répondants. Certains répondants aimeraient avoir connaissance d'exemples concrets de projets IA

ayant fonctionné dans des entreprises similaires à la leur ou pensent que « les grands doivent montrer l'exemple » pour que le reste de l'écosystème se mette à utiliser l'IA. Ils perçoivent l'apprentissage par les pairs comme particulièrement important. D'autres répondants pensent que le gouvernement devrait s'impliquer au-delà du point de vue financier, notamment pour favoriser le partage de données. Enfin, deux répondants pensent que l'IA doit être certifiée afin que plus d'acteurs l'utilisent.

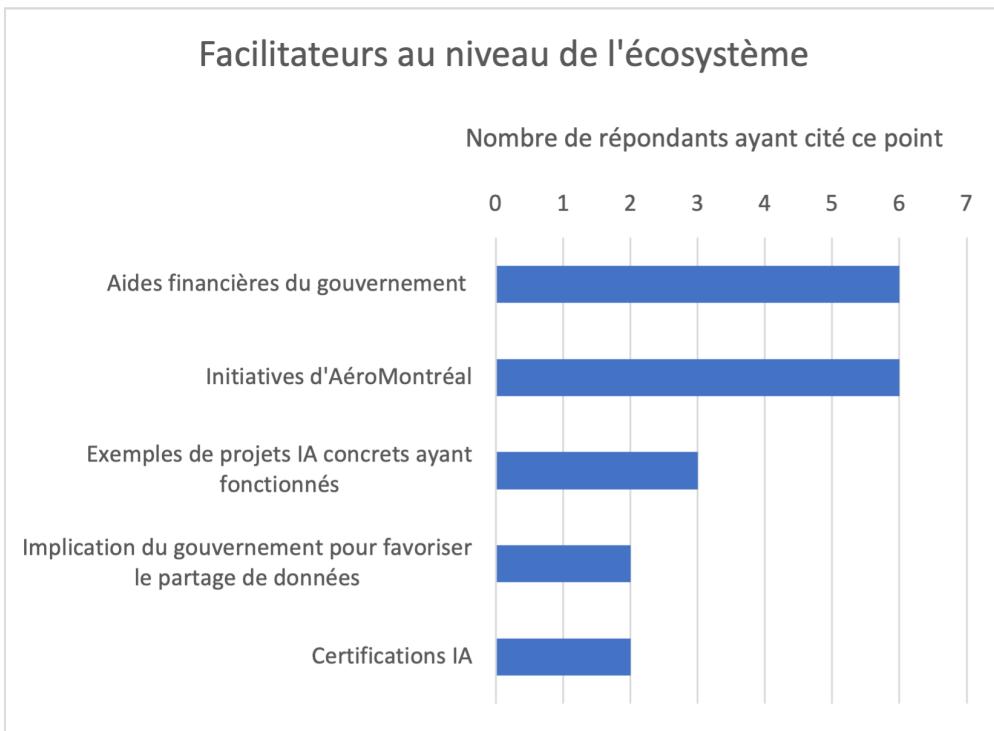


Figure 5.18 Graphique montrant les facilitateurs cités par les répondants

Pensez-vous avoir les capacités en interne pour utiliser l'IA ?

Une grande partie des entreprises interrogées n'ont pas les capacités en interne de développer leurs solutions basées sur l'IA (voir figure 5.19). Elles recherchent des solutions « clé en main » développées par d'autres acteurs. Cependant, même si les technologies ne sont pas développées à l'interne de l'entreprise, il est nécessaire d'avoir une équipe ou au minimum une personne au sein de l'entreprise pour gérer le développement de la technologie dans l'entreprise, la récolte de données et faire le lien entre les besoins de l'entreprise et les solutions proposées par l'extérieur. C'est pourquoi plusieurs répondants expliquent que la solution se basera sur des technologies développées à l'externe, mais qu'il sera nécessaire d'avoir une équipe en interne qui travaillera dessus également « pour qu'il reste quelque chose en interne quand l'externe part ». Quelques répondants affirment développer toutes leurs solutions, mais ils

restent néanmoins minoritaires.

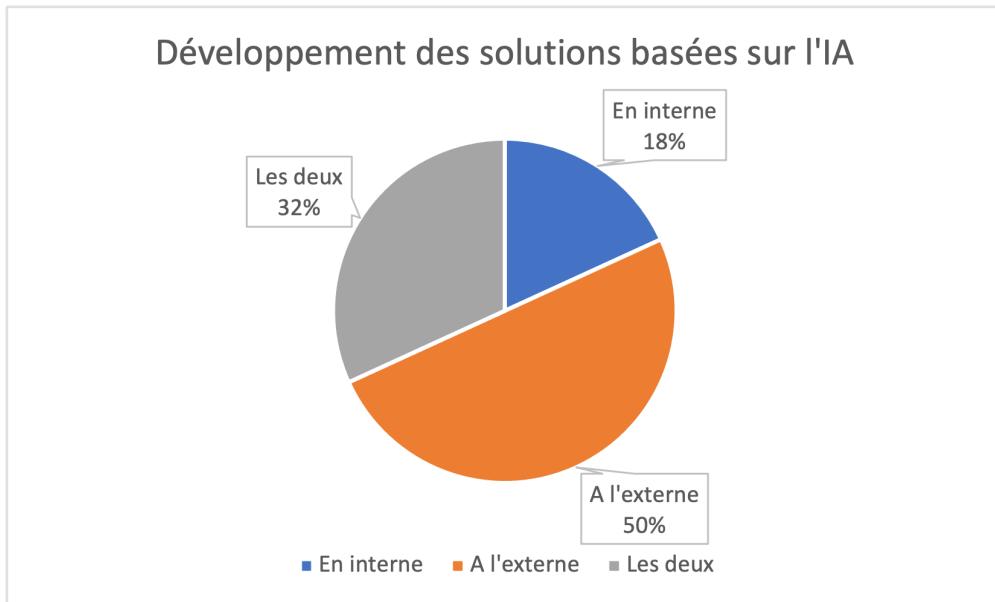


Figure 5.19 Graphique représentant les réponses des participants concernant le développement de solutions basées sur l'IA

Seriez-vous prêt à faire appel à une start-up pour vous aider à développer l'IA ?

La grande majorité des entreprises interrogées seraient prêtes à faire appel à une start-up pour les aider à développer des solutions en IA (voir figure 5.20). Un répondant dit même avoir « tendance à plus faire confiance à une PME » (sous-entendu qu'à un grand groupe). Il ne semble donc pas exister de blocage culturel pour la collaboration avec une start-up, mais il est nécessaire pour beaucoup que la start-up ait « déjà testé ses solutions ». La double compétence Aéronautique/IA serait cependant difficile à trouver d'après un répondant : « ce n'est pas facile de trouver des acteurs externes qui comprennent non seulement l'IA, mais qui ont un intérêt aussi pour l'aéronautique et le procédé ».

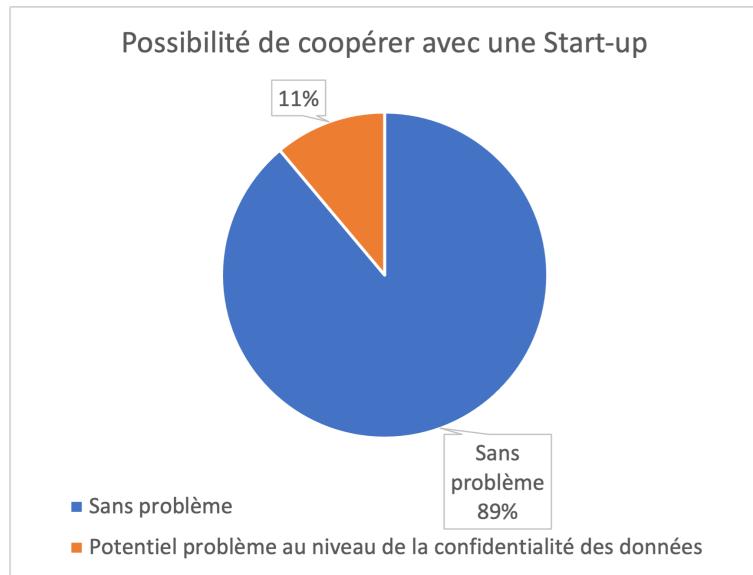


Figure 5.20 Graphique représentant les réponses des participants concernant un potentiel partenariat avec une Start-up

Est-ce que la crise de la COVID-19 a impacté vos plans d'adoption de l'IA ?

Comme montré sur la figure 5.21, 28 % des répondants estiment que la pandémie n'a pas d'impact sur leurs plans d'adoption de l'IA, 28 % estiment qu'elle a un impact négatif et 44 % affirment qu'elle a eu un impact positif sur leurs plans d'adoption de l'IA.

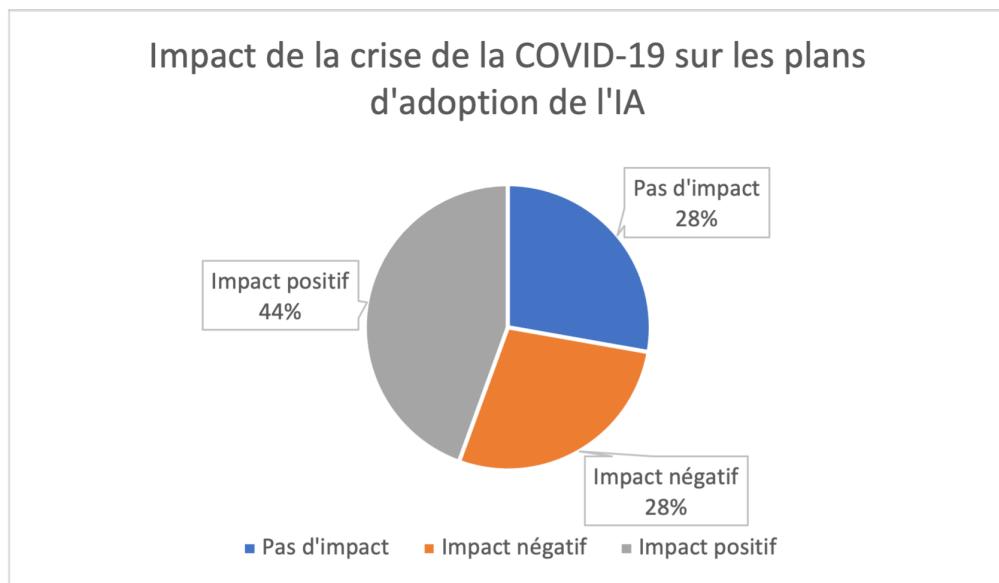


Figure 5.21 Graphique représentant les réponses des participants concernant l'impact de la crise de la COVID-19 sur leurs plans d'adoption de l'IA

Raisons pour lesquelles la pandémie de la COVID-19 a eu un impact négatif sur l'adoption de l'IA par certaines entreprises :

- « Baisse du chiffre d'affaires » donc « baisse des budgets disponibles » ;
- « Priorisation des projets rentables à très court terme » et « à bas risque » ;
- « Moins de demandes des OEM » ;
- « Ralentissement du développement du projet de recherche ».

La baisse de la demande en aéronautique suite à la crise de la COVID-19 a réduit le chiffre d'affaires et donc les budgets disponibles. Les entreprises les plus touchées par la crise ont donc tendance à concentrer leurs budgets sur des projets rentables à court terme et à bas risque, ce qui est rarement le cas des projets basés sur l'IA.

Cependant, pour d'autres entreprises, la pandémie a accéléré le développement de leurs projets basés sur l'IA.

Raisons pour lesquelles la pandémie de la COVID-19 a eu un impact positif sur l'adoption de l'IA par certaines entreprises :

- Le point qui est le plus souvent revenu concernant l'effet positif de la pandémie du point de vue de l'avancée des projets en IA est la remise en question du modèle des entreprises centré sur les interventions humaines. Le manque d'employés absents en raison de la COVID-19 « a prouvé le besoin de nouvelles technologies ». « Pour l'instant, la supply chain [chaîne d'approvisionnement] est très centrée autour de l'humain, la COVID-19 a forcé à se poser la question « comment on pourrait utiliser les technologies pour faire ce qu'on fait actuellement avec moins de présence humaine ? » ». De plus, la COVID-19 a « rendu encore plus difficile de trouver de la main d'œuvre » et a souligné l' « importance de ne pas être dépendant que de l'humain pour la production ».
- On observe également un changement des mentalités vis-à-vis de la livraison : « on s'est rendu compte que c'était pratique d'avoir des systèmes de livraison ». Cela a accéléré les développements au niveau des drones.
- Pour certains, la période de ralentissement de l'activité a été un moment idéal pour réfléchir aux projets IA : « on a profité de l'accalmie , on a rarement des accalmies en tant que gestionnaires, on en a profité pour planifier et raccourcir l'échéancier de l'adoption de l'IA ».
- Enfin, « la moyenne d'âge a pas mal diminuée dans les entreprises touchées par la COVID-19 (programmes de retraite anticipée) [...] les générations anciennes étaient plus réticentes au changement que les nouvelles générations » .

Pour ces différentes raisons, certaines entreprises affirment que la crise de la COVID-19 a

influencé positivement leurs projets d'adoption de l'IA.

À l'issue des différentes entrevues, on n'obtient pas la saturation sur tous les concepts, notamment sur les utilisations potentielles de l'IA. Cela vient du fait que le nombre d'entrevues est restreint dans le cas de cette étude pilote. Pour obtenir la saturation des concepts, il faudrait réaliser plus d'entrevues afin d'enrichir les données obtenues.

5.1.3 Réponses à l'enquête par questionnaire de niveau de préparation à l'IA

L'entrevue avec chacun des 23 répondants s'est terminée par le questionnaire de niveau de préparation à l'IA. Les résultats à ce questionnaire sont présentés dans le tableau 5.2. La couleur des cases correspond à leurs valeurs selon une échelle de couleurs allant du rouge (pour 2,91) au vert (pour 3,78). Cette échelle de couleurs a été réalisée avec Excel.

Les différentes affirmations ont été notées sur 5. Les réponses ont été traduites en chiffre ainsi :

- « Pas du tout » = 1 ;
- « Plutôt non » = 2 ;
- « Plutôt oui » = 4 ;
- « Totalement » = 5.

Lorsque la note est proche de 5 et que la case est verte, cela signifie que la plupart des répondants ont répondu « totalement » ou « plutôt oui » à la question posée. Lorsque la case est rouge, cela signifie que les répondants ont répondu plutôt « pas du tout » ou « plutôt non » à la question posée. Le dégradé de couleurs permet de voir globalement les points qui posent le plus de problèmes au niveau de l'écosystème.

On peut remarquer que les principaux bloquants sont technologiques et culturels. Du point de vue technologique, il est encore compliqué pour plusieurs entreprises d'intégrer, d'analyser et de valoriser les données. Ce résultat coïncide avec celui obtenu lors des différentes entrevues présentées précédemment : les données posent encore des problèmes pour beaucoup d'entreprises qui doivent être résolus avant que l'entreprise puisse se lancer dans différents projets en IA.

Du point de vue culturel, il semble exister des réticences de certains employés face à l'adoption de l'IA et peu d'entreprises semblent avoir prévu de plan de développement de compétences pour accompagner les employés face au déploiement de projets en IA. Ce résultat n'est pas étonnant non plus, car la crainte du personnel d'être remplacé, le manque de confiance en l'IA et le manque de connaissances des employés sont des bloquants qui avaient été évoqués par plusieurs répondants lors des questions ouvertes.

Tableau 5.2 Visualisation sous forme de tableau des réponses au questionnaire de niveau de préparation à l'IA à l'externe.

Pilier	Moyenne au pilier	Affirmation	Moyenne à l'affirmation	Écart-type
Culturel	3,20	C1 Dans votre entreprise, les décisions se basent sur les données plus que sur des opinions.	3,26	0,75
		C2 Les employés de votre entreprise sont favorables à l'adoption de l'IA. Ils perçoivent un avantage relatif à l'adoption de l'IA.	3,17	0,58
		C3 Un plan de développement de compétences est prévu pour accompagner vos employés face au déploiement de projets IA.	3,00	0,74
		C4 Le personnel prendra part à la préparation de projets basés sur l'IA.	3,39	0,78
Financier	3,43	F1 Vous chiffrerez les objectifs financiers à atteindre avant de vous lancer dans un projet en IA.	3,52	0,67
		F2 Votre entreprise a les moyens financiers d'investir dans l'IA ? Budget disponible dédié aux projets IA.	3,34	0,65
Organisationnel	3,39	O1 Après un projet, vous organisez des sessions de feedback pour comprendre ce qui a fonctionné ou non avec les données.	3,43	0,73
		O2 Vous avez la possibilité d'accéder à de nouvelles données en fonction des besoins du projet.	3,26	0,69
		O3 Une planification détaillée accompagne le lancement de vos projets basés sur l'IA.	3,17	0,83
		O4 Une équipe est dédiée à chaque projet avec un responsable spécifique.	3,65	0,49
		O5 Le comité exécutif supporte la mise en place de projets basés sur l'IA.	3,52	0,67
		O6 Le respect des règles éthiques est assuré avant de mettre en place une solution basée sur l'IA.	3,34	0,93
Technologique	3,29	T1 Vous disposez de moyens de récolter des données.	3,52	0,79
		T2 Vous disposez de moyens de sécuriser ces données.	3,56	0,73
		T3 Vous disposez de moyens de stocker ces données.	3,78	0,42
		T4 Vous disposez de moyens de formater ces données.	3,26	0,81
		T5 Vous disposez de moyens d'intégrer ces données à d'autres sources de données.	2,91	0,95
		T6 Vous disposez de moyens d'analyser ces données (logiciels, personnes qualifiées).	2,95	0,88
		T7 Vous êtes capables de valoriser ces données.	3,08	0,79

Cohérence entre les résultats du questionnaire et les réponses aux questions ouvertes

La méthode utilisée pour ces entrevues est une méthode mixte, qualitative et quantitative. L'objectif du questionnaire et de son analyse quantitative est d'évaluer la maturité à utiliser l'IA d'une entreprise et de déceler les points sur lesquels elle peut encore s'améliorer. Afin de valider la pertinence de ce questionnaire, un des objectifs des entrevues était de vérifier que les points qui ressortent à partir du questionnaire correspondent bien à des points de difficultés cités précédemment lors des questions ouvertes (qualitatives) du début de l'entrevue.

Après analyse des réponses au questionnaire pour chaque participant et en les comparant à ce qu'il avait répondu concernant ses bloquants face à l'utilisation de l'IA, on remarque bien une cohérence entre ces deux parties. Les bloquants remontés dans la première partie de l'entrevue remontent presque toujours par un « pas du tout » ou « plutôt non » pour le point du questionnaire correspondant et à l'inverse, les avances de certains remontent par un « totalement » dans le questionnaire.

Par exemple, les entreprises qui ont cité le budget comme principal bloquant ont répondu « plutôt non » à « F2 Votre entreprise a les moyens financiers d'investir dans l'IA ? (Budget disponible dédié aux projets IA) ».

De même, les répondants ayant parlé des données et de leur analyse comme principal bloquant ont répondu « pas du tout » ou « plutôt non » aux questions T4 à T7.

Le questionnaire peut aussi faire remonter de nouveaux points qui n'avaient pas été cités lors de la première partie de l'entrevue sur les aspects culturels et organisationnels notamment. Il s'agit de points qui peuvent être facilement oubliés, mais qui sont primordiaux si on écoute les commentaires des répondants ayant déjà lancé un projet basé sur l'IA.

Conclusion des résultats des entrevues à l'externe

D'après l'analyse des résultats des entrevues, on peut penser que l'EDAC se trouve au niveau du « CHASM » de la courbe d'innovation pour l'utilisation de l'IA dans le secteur manufacturier de l'aérospatiale et la défense.

Toutes les personnes ayant répondu aux entrevues sont intéressées et plutôt ouvertes à l'utilisation de l'IA. Cependant, peu l'utilisent pour l'instant. On peut penser que les répondants appartiennent aux premiers groupes d'adoption de l'IA :

- Quelques-uns ont déjà adopté l'IA et ils appartiennent au groupe des « innovateurs ».
- La majorité des répondants ferait partie des « adopteurs précoce » ou de la « majorité précoce » : ils ont envie d'adopter l'IA, mais attendent que d'autres testent la solution

et que son efficacité soit prouvée.

- Les personnes qui n'ont pas répondu à la demande d'entrevue ou ont répondu que le sujet ne les concernait pas feraient sûrement partie de la « majorité tardive » ou des « retardataires ».

5.2 Cartographie de l'écosystème interne au groupe G

5.2.1 Première analyse à partir de données secondaires

Comme expliqué dans la partie méthodologie, les résultats d'une étude menée au sein du groupe G en 2020 ont été utilisés afin de réaliser une cartographie de l'écosystème interne. Cette cartographie a été réalisée avec le logiciel Gephi en réalisant les mêmes étapes que pour la cartographie externe.

La cartographie représentée en figure 5.22 a été obtenue. Le point central de la cartographie représente le groupe G, auquel appartiennent trois entités reliées graphiquement à ce point par des traits. Chaque entité est elle-même composée de sous-entités (en mauve), comprenant chacune différentes lignes de produits. Les plus petits points de la cartographie représentent ces lignes de produits, la couleur indique l'estimation du revenu basé sur l'IA dans 5 ans pour chaque ligne de produits. Celles représentées en rouge sont celles qui prévoient le plus haut pourcentage de leurs revenus basé sur L'IA et vont donc sûrement déployer ses technologies dans les prochaines années. Il s'agit des lignes de produits à interroger en priorité. Certaines lignes de produits prévoient entre 80 et 100 % de leurs revenus basés sur l'IA dans 5 ans, ce qui signifie de très forts investissements dans l'IA dans les prochaines années.

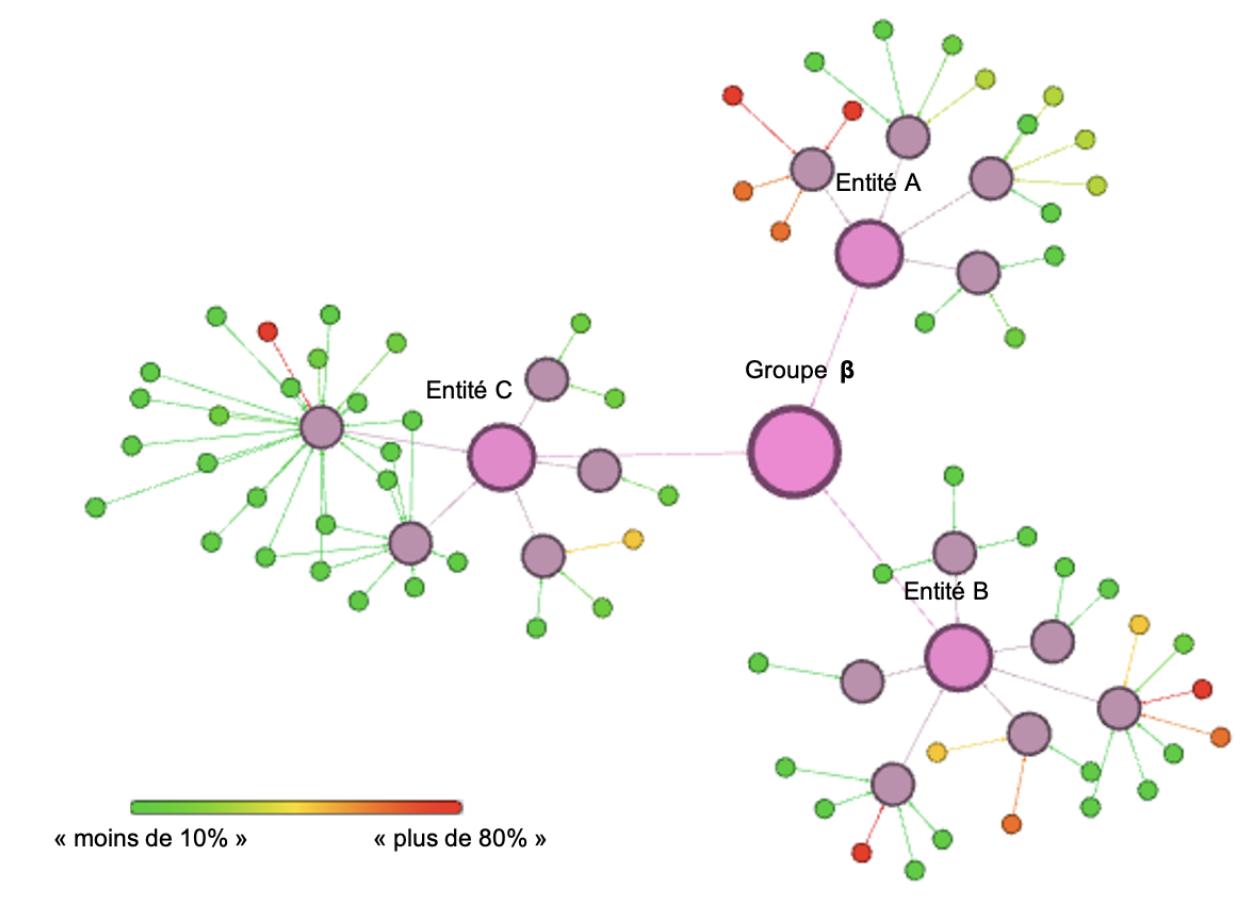


Figure 5.22 Cartographie obtenue pour l'écosystème interne au groupe G se basant sur l'estimation du pourcentage de revenus basés sur l'IA dans 5 ans pour les différentes lignes de produits

5.2.2 Entrevues des acteurs du groupe G

Des entrevues ont également été menées à l'interne du groupe G auprès des lignes de produits d'intérêt. Douze entrevues ont été menées avant le premier mai. Différentes questions ont été posées concernant les besoins de la ligne de produits en termes d'IA, les bloquants qu'elle pouvait avoir face à l'utilisation de ses technologies ainsi que d'autres questions concernant la manière dont sont prises les décisions ou encore l'existence d'une feuille de route au niveau de la ligne de produits. Le guide d'entrevue qui a été suivi à l'interne est présenté en annexe B. Les résultats concernant les besoins et bloquants en termes d'IA ont été représentés de la même manière que les résultats externes, mais ne peuvent être visibles dans ce rapport par souci de confidentialité. La présentation de ces résultats à l'entreprise θ lui a permis de repérer les principaux points bloquants mais aussi les principaux besoins des différentes lignes

de produits en termes d'IA. Cela lui permet d'orienter son positionnement stratégique afin de répondre à ces différents besoins et bloquants.

5.2.3 Réponses à l'enquête par questionnaire de niveau de préparation à l'IA

Le questionnaire a été envoyé à 169 responsables de lignes de produits en lien avec le secteur de l'aérospatiale et de la défense. Finalement, 46 réponses ont été obtenues, donc un peu plus d'une personne sur quatre a répondu à ce questionnaire.

L'analyse des réponses au questionnaire de niveau de préparation à l'IA a été faite de la même manière qu'avec les résultats externes. Une comparaison a pu être faite entre les réponses obtenues à l'interne et à l'externe. Ici encore, les résultats ne peuvent être présentés par soucis de confidentialité.

Les réponses à ce questionnaire ont permis de voir quels étaient les principaux points bloquants au niveau du groupe, qui se sont avérés différents de ceux identifiés au sein de l'EDAC. La connaissance de ces difficultés a permis aux différents représentants de l'entreprise θ de réfléchir, lors des altiers de conception de feuilles de route, aux manières dont l'entreprise θ pourrait aider les autres entités du groupe à surmonter ces différents points bloquants. L'entreprise θ est en effet l'entité du groupe chargée de promouvoir la transition numérique, notamment en vue de l'utilisation de l'IA. La connaissance des différents points bloquants cette transition est donc très utile à la définition de leur positionnement stratégique à travers la création d'une feuille de route ancrée sur ces résultats.

Finalement, l'étude des données de l'écosystème interne comme externe et la réalisation de visualisations graphiques de ces données permettent d'avoir une première idée du niveau d'utilisation de l'IA au sein des écosystèmes entourant l'entreprise θ et d'identifier les acteurs les plus prêts à utiliser l'IA. Les informations obtenues lors d'entrevues de ces acteurs et à partir de l'enquête par questionnaire permettent de mieux comprendre les besoins et bloquants face à l'IA des différents acteurs. Ces informations permettent de baser le processus de conception de feuilles de route sur des données réelles de l'écosystème.

CHAPITRE 6 CONCEPTION DE FEUILLES DE ROUTE

Suite à la collecte et l'analyse des informations issues des entrevues externes et internes, un processus de conception de feuilles de route a été mis en place avec l'entreprise θ .

Il s'est déroulé en plusieurs étapes :

- Les résultats des différentes entrevues et questionnaires ont été présentés aux participants.
- Un premier atelier a permis de sélectionner les besoins et les capacités technologiques dans le but de réaliser une feuille de route globale pour l'entreprise θ .
- Plusieurs ateliers spécifiques ont ensuite été menés : chaque atelier se concentrant sur une solution technologique spécifique.
- L'analyse des différents résultats a permis de réaliser une feuille de route globale pour l'entreprise θ prenant en compte les différentes feuilles de route spécifiques réalisées.

Les résultats des différents ateliers sont présentés et analysés ci-dessous.

6.1 Atelier 1 : Conception d'une feuille de route générale pour l'entreprise

Les différentes étapes de cet atelier sont présentées dans la partie méthodologie. Les résultats de chaque activité sont présentés ici. Les résultats ont volontairement été rendus illisibles par souci de confidentialité..

6.1.1 Activité 1 : Sélection des besoins

Un binôme a travaillé sur la sélection des besoins en suivant la méthode décrite dans le chapitre 4. Les résultats obtenus sont présentés sur la figure 6.1.



Figure 6.1 Visualisation des résultats de l'activité 1 du premier atelier pour la sélection des besoins

Différents besoins ont été choisis parmi les résultats présentés et ont été recopier dans la première ligne du tableau. Les répondants ont ensuite répondu à la question posée à la deuxième ligne. Les besoins ayant obtenu des « oui » ont été recopier dans la matrice de la deuxième activité de l'atelier 1.

6.1.2 Activité 1 : Sélection des capacités technologiques de l'entreprise θ

L'autre binôme a travaillé sur la sélection des capacités technologiques de l'entreprise θ en suivant la méthode décrite dans la partie méthodologie. Les résultats obtenus sont présentés sur la figure 6.2.

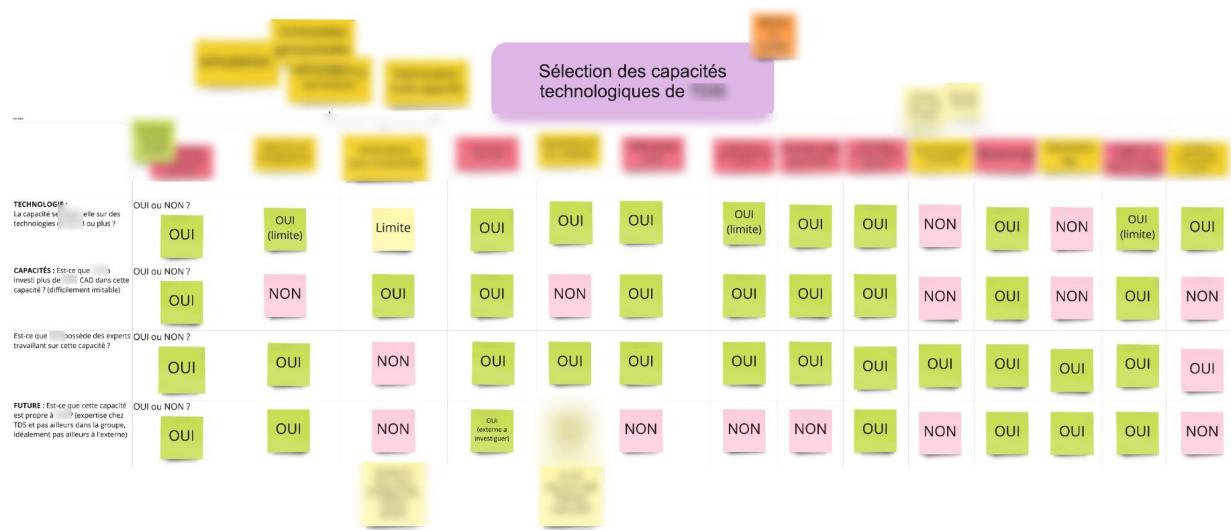


Figure 6.2 Visualisation des résultats de l'activité 1 du premier atelier pour la sélection des capacités technologiques de l'entreprise θ

Differentes capacités technologiques de l'entreprise θ ont été notées dans la première ligne du tableau. Les répondants ont ensuite répondu aux quatre questions posées dans le tableau. Les besoins ayant obtenu des « oui » pour les trois premières lignes ont été recopier dans la matrice de la deuxième activité de l'atelier 1.

6.1.3 Atelier 1 : activité 2

Les besoins et capacités technologiques ayant passé avec succès la première activité ont été reportés dans la matrice de l'activité 2. Les participants ont positionné des post-its aux

intersections entre les besoins et les capacités technologiques pour lesquelles ils perçoivent un lien. Les résultats obtenus sont présentés sur la figure 6.3.

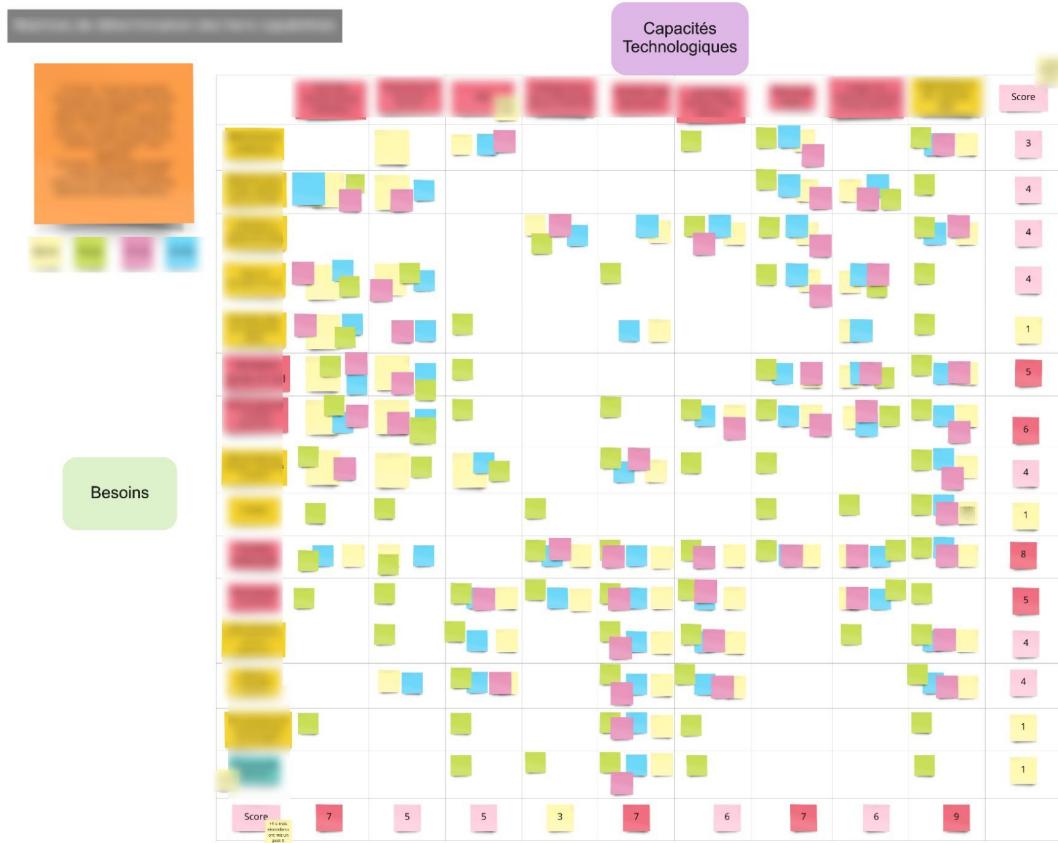


Figure 6.3 Visualisation des résultats de l'activité 2 du premier atelier

6.1.4 Analyse des résultats de l'atelier 1

Les résultats du premier atelier ont été analysés ainsi à partir du total de chaque ligne et chaque colonne de l'activité 2 comme décrit chapitre 4.

Des graphiques ont été réalisés afin de visualiser les résultats de l'atelier 1. La figure 6.4 représente les capacités technologiques de l'entreprise θ qui ont été sélectionnées et le nombre de besoins auxquels chacune d'entre elle est reliée. Par souci de confidentialité, les noms des capacités technologiques ont été remplacés par des lettres. On peut remarquer que seule une capacité technologique a un total inférieur à 5. Cette capacité a obtenu ce total, car elle est un peu particulière, elle concerne en fait presque tous les besoins, mais de manière indirecte. Ce total n'est donc pas alarmant. Finalement, les capacités technologiques sélec-

tionnées semblent bien en lien avec les besoins remontés lors des entrevues. Un travail doit désormais être fait afin de faire aboutir les capacités technologiques de l'entreprise θ sur des solutions technologiques utiles pour les lignes de produits du groupe G.

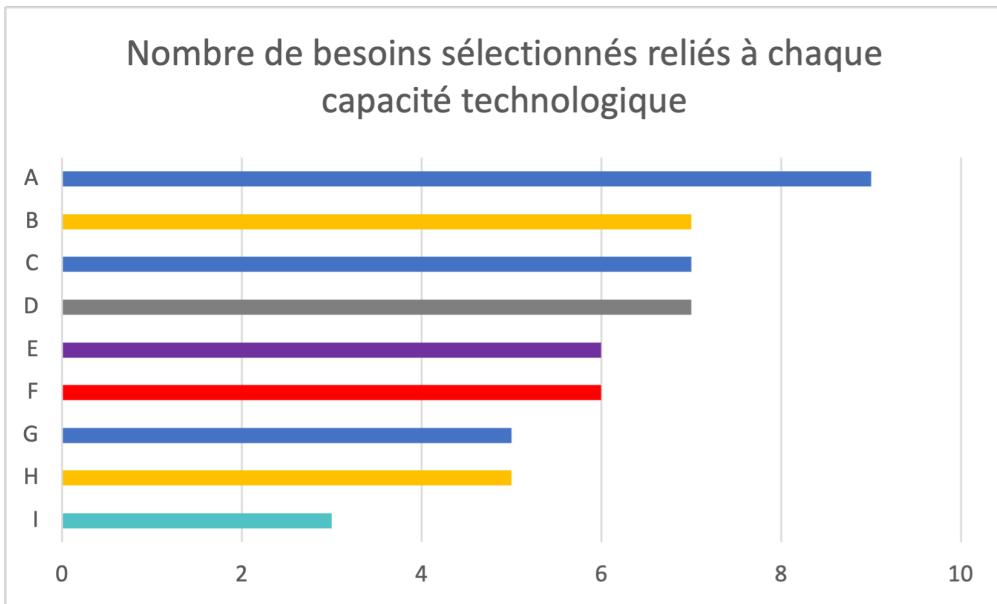


Figure 6.4 Analyse des résultats de l'atelier 1 pour la corrélation des capacités technologiques de l'entreprise θ avec les besoins de l'écosystème sélectionnés

La figure 6.5 représente les besoins des lignes de produits sélectionnés et le nombre de capacités technologiques de l'entreprise θ en lien avec chacun de ces besoins ainsi que le nombre d'acteurs de l'écosystème ayant exprimé ce besoin. Finalement, dix besoins ont obtenu un total supérieur ou égal à quatre concernant le nombre de capacités technologiques de l'entreprise reliées à ce besoin. Cela signifie que ces dix besoins sont bien reliés aux capacités technologiques de l'entreprise θ et pourraient donner naissance à des solutions technologiques de l'entreprise qui permettraient de répondre à ces besoins. Les besoins ayant été cités par plusieurs acteurs sont d'autant plus intéressants. C'est le cas des besoins « 2 », « 3 », « 5 », « 9 » et « 10 » qui sont à la fois reliés à plus de quatre capacités technologiques de l'entreprise θ mais également cités par au moins trois répondants. Ces besoins constituent les principaux sujets d'intérêt pour les ateliers de conception de feuilles de route spécialisées.

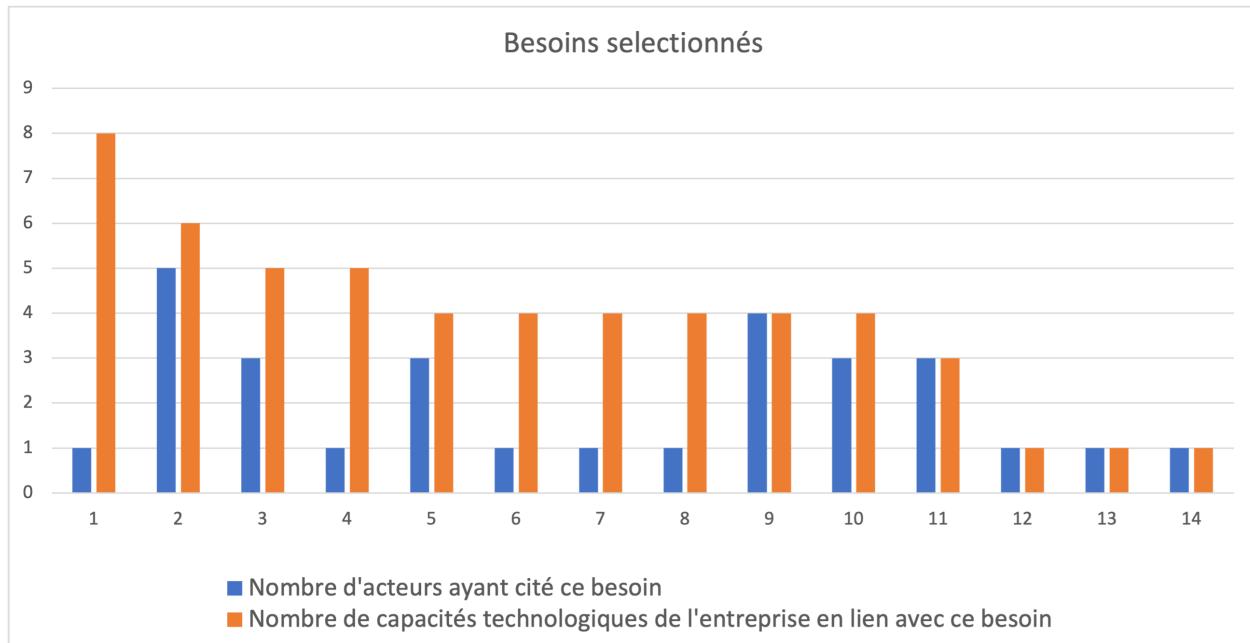


Figure 6.5 Analyse des résultats de l'atelier 1 pour les besoins sélectionnés

6.2 Ateliers de conception de feuilles de route spécialisées sur une solution technologique

L'objectif des ateliers de conception de feuilles de route spécialisées est de se concentrer sur quelques besoins particuliers afin de voir plus en détail comment des solutions technologiques développées par l'entreprise θ pourraient répondre à ces besoins.

Quatre rencontres de travail de 60 minutes ont été réalisées : trois à l'interne du groupe G et un avec un acteur de l'EDAC. Le modèle qui a été rempli pendant ces ateliers est celui présenté dans la section 4.4 sur les figures 6.3 et 4.13. La figure 6.6 est le résultat obtenu pour un des ateliers.

Les différentes rencontres ont permis de bien comprendre les sujets en cours de développement chez les différentes lignes de produits et de faire ressortir les sujets sur lesquels l'entreprise θ pourrait apporter du soutien aux lignes de produits interrogées. À l'issue de deux des trois séances à l'interne du groupe G, il a été conclu qu'une présentation de l'entreprise θ serait faite au sein de la ligne de produits. Cela est quelque chose de très positif pour l'entreprise θ car cette présentation leur permettra d'être mieux connue au sein du groupe G et pourrait déboucher sur des collaborations.

Capacité : Etape 0			Participants : Etape 1			Date : Etape 2		
	Etat actuel Etape 2	Développement de la capacité Etape 3	Vison Etape 1	Date ?				
Marché	Résolution actuelle ?	Risques/ barrières ?	Objectifs? Opportunité? Régulation?	Clients ?				
Solution	Etat de l'art ? Qui à l'intérieur? Compétiteurs?	Date ? PoC? MVP? Date ? Intégration? Date ? Prise de décisions ? Date ? Alternative? Pivot ?	Fonctionnalités à développer?					
Capacités	Technologie? Depuis combien de temps? Investissement? Capacités en interne? Partenariats?	Risques/ barrières ? Financement? Propriété intellectuelle ?	Expérience utilisateur? Technologie? Performance minimum ?					

Figure 6.6 Exemple de résultat d'un atelier 2 réalisé sur un sujet précis

6.3 Feuille de route finale

À l'issue des différents ateliers, la feuille de route générale a pu être complétée en ajoutant les différentes informations obtenues :

- Une ligne « besoins sélectionnés » a été ajoutée afin d'indiquer les besoins sélectionnés à l'issue du premier atelier ;
- La ligne sur les capacités technologiques a été complétée avec les capacités technologiques sélectionnées à l'issue du premier atelier ;
- La ligne sur les solutions technologiques de l'entreprise θ a pu être complétée avec les informations obtenues à partir des ateliers 2 ;
- La ligne « Ecosystème » a pu être complétée en ajoutant les capacités qui devront être amenées par des acteurs externes ;
- Enfin, des liens ont été représentés entre les « capacités technologiques l'entreprise θ » et les « solutions technologiques » sélectionnées ainsi qu'entre celles-ci et les « besoins

sélectionnés ».

La feuille de route finale obtenue est présentée sur la figure 6.7.

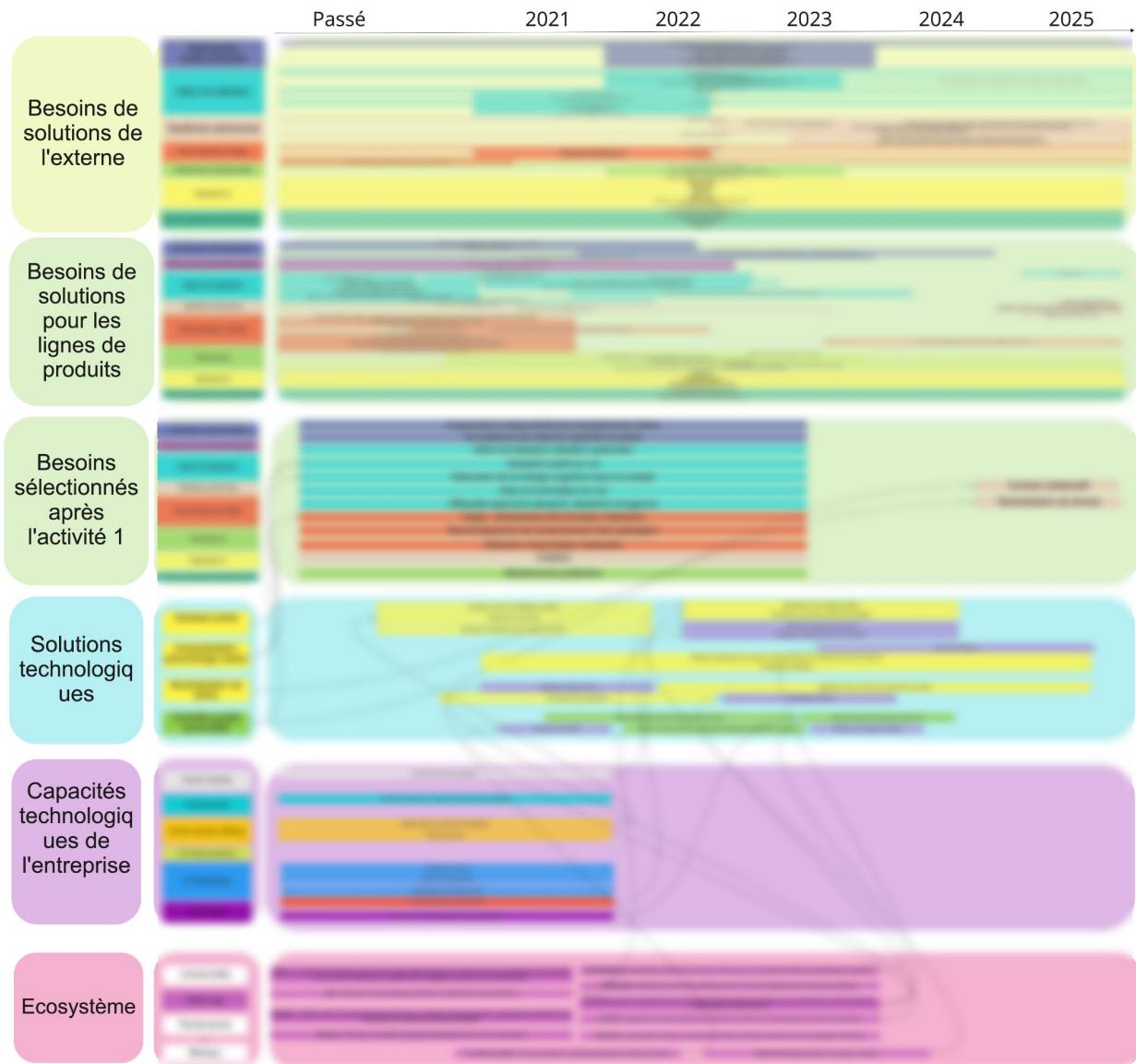


Figure 6.7 Feuille de route finale pour l'entreprise θ obtenue à l'issue des différents ateliers

6.4 Conclusions sur l'exercice

La réalisation de cartographies des écosystèmes interne et externe a été un réel apport pour le processus de conception de feuilles de route. Les différentes informations obtenues à partir des entrevues et de l'enquête par questionnaire ont permis de remplir les deux premiers

étages de la feuille de route sur les besoins de solutions et de débuter le processus sur des données réelles provenant de l'écosystème. L'approche innovation par l'offre/innovation par la demande a permis de confronter ces besoins aux capacités technologiques existantes de l'entreprise afin de déterminer les solutions technologiques à développer se basant sur les capacités technologiques de l'entreprise et permettant de répondre à de réels besoins identifiés au sein de l'écosystème.

Cet exercice a été globalement très bien perçu au sein de l'entreprise θ . Les différents participants du premier atelier ont bien compris l'objectif et l'intérêt du projet. Le processus de conception de feuilles de route a été lié à des initiatives stratégiques en cours à l'entreprise θ . Cela a permis d'impliquer les différents participants pour qui les résultats des ateliers ont été directement utiles pour leurs différents objectifs. Ces participants ont été consultés et intégrés dès le début du processus. Il s'agit de personnes ayant un rôle de décision dans l'entreprise, cela permet de s'assurer que les résultats, mais aussi le processus en lui-même, qui a engendré de nombreuses discussions et questionnements entre les participants, aura un impact sur les futures décisions de l'entreprise θ .

L'individu S1 (responsable de l'équipe stratégie de l'entreprise θ), estime qu'il serait bien de faire cet exercice au moins une fois par an par la suite (i.e. la mise à jour de la cartographie de l'écosystème et les ateliers de conception de feuilles de route). Cela est une très bonne chose puisque ce type d'ateliers et justement fait pour être réitéré régulièrement afin de suivre au mieux les évolutions des besoins. Par ailleurs, le projet a permis de renforcer la connaissance de l'entreprise θ par les différentes entités du groupe G, que ce soit grâce à l'enquête par questionnaire, la réalisation des différentes entrevues ou encore les ateliers spécialisés. Ces ateliers pourraient d'ailleurs déboucher sur de nouvelles collaborations entre l'entreprise θ et les lignes de produits ayant participé à ces ateliers. Pour ce qui est des entrevues menées à l'externe, elles ont permis à l'entreprise θ de mieux connaître les besoins de l'écosystème et de travailler sur des solutions plus proches de ces besoins. Le sujet de l'agent autonome pour le contrôle qualité dans le secteur manufacturier pourrait par exemple faire parti des futurs projets de l'entreprise θ qui aimeraient justement s'étendre sur de nouveaux marchés.

Différents points d'amélioration devraient être pris en compte avant de réaliser un exercice semblable.

1. Plus de temps devrait être laissé aux participants lors de l'activité 1 de l'atelier 1. Au total, 2 h 30 seraient bien pour réaliser le premier atelier confortablement.
2. Du temps aurait pu être gagné si les capacités technologiques de l'entreprise θ avaient été structurées de manière plus claire avant les ateliers. Une rencontre de travail pourrait être faite avant le premier atelier afin d'avoir une liste structurée des capacités

technologiques de l'entreprise avant de débuter les ateliers de création de feuilles de route.

3. Par ailleurs, il serait intéressant de réaliser un atelier faisant participer des membres de l'écosystème pour ancrer la feuille de route sur leurs besoins et compétences qu'ils pourraient alors présenter directement lors de cet atelier. Toutefois, pour que cela soit possible, il faudrait réaménager les ateliers pour faire en sorte qu'aucune information sensible ne soit présentée pendant l'atelier réunissant d'autres acteurs de l'écosystème, afin de ne pas nuire à leur participation.

6.5 Proposition d'un modèle de feuille de route pour les autres acteurs de l'écosystème

La figure 6.8 représente un modèle de feuille de route qui pourrait être utilisé par les autres acteurs de l'écosystème souhaitant mener dans leurs entreprises un processus de conception de feuilles de route technologiques, avec la liste des étapes à suivre.

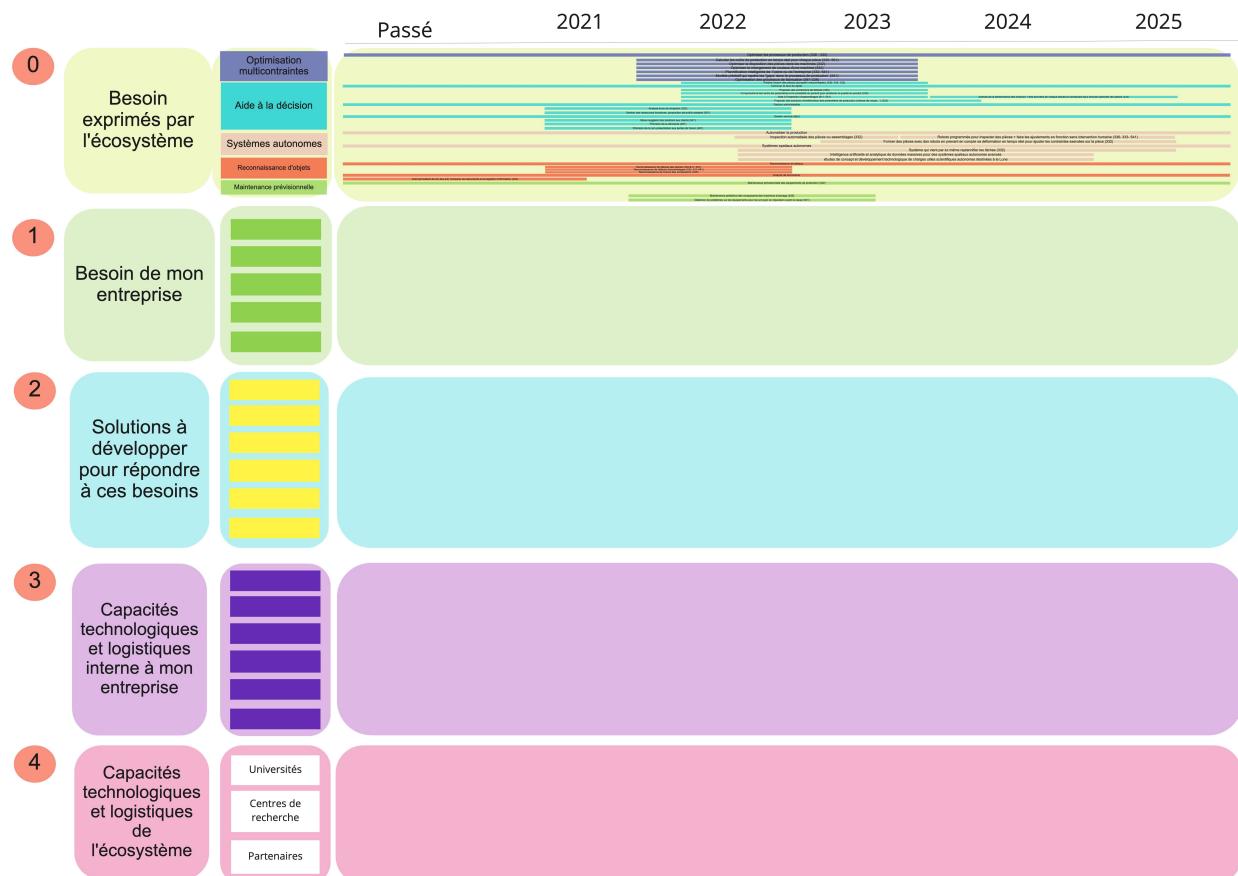
Chaque acteur de l'écosystème pourrait réaliser sa propre feuille de route générale (en suivant la méthode expliquée figure 6.8) et des feuilles de route spécifiques (comme présentées sur les figures 6.3 et 4.13) pour chaque projet d'IA qu'il souhaite mener. La feuille de route générale fait apparaître dans la ligne supérieure les besoins de l'écosystème, qui informent sur les besoins en IA des autres acteurs de l'écosystème. Cette ligne a été complétée à partir de la réalisation d'entrevues auprès des acteurs de l'EDAC. Elle pourrait également être remplie suite à une étude de veille des différents projets en cours au sein de l'écosystème. La ligne inférieure permet quant à elle d'indiquer les acteurs de l'écosystème avec lesquels des partenariats doivent être faits afin de développer les différents projets.

Avant de se lancer dans un projet en IA, une entreprise doit :

- Identifier les bloquants principaux au sein de l'entreprise : le questionnaire de niveau de préparation à l'IA peut être repris dans ce but. L'entreprise doit pouvoir répondre « oui » voir « totalement » à chaque affirmation.
- Mettre en place des solutions pour résoudre ces bloquants et des moyens d'évaluer l'évolution qui est faite sur ces différents points. Par exemple, si le point C2 bloque (« C2 Les employés de votre entreprise sont favorables à l'adoption de l'IA. Ils perçoivent un avantage relatif à l'adoption de l'IA »), l'entreprise peut suivre le processus suivant :
 1. Évaluer le niveau de réticence ou d'adhésion des employés face à l'IA en leur soumettant un rapide questionnaire « Êtes vous favorables à l'adoption de l'IA ? »,

« Percevez-vous un avantage relatif à l'adoption de l'IA ? » avec des réponses possibles allant de 1 à 5 ou 1 = « pas du tout » et 5 = « totalement ».

2. Fixer un objectif d'adhésion avant le lancement des projets IA.
3. Mettre en place des séances d'information face à l'IA et aux projets qui pourraient être faits.
4. Évaluer à nouveau le niveau d'adhésion des employés et continuer les formations en les adaptant au besoin jusqu'à obtenir le niveau d'adhésion souhaité.



- 1 Recenser les différents besoins de l'entreprises (qui pourraient être relié à l'IA). Echelonnez ces besoins en fonction du temps suivant vos estimations. La ligne 0 "besoins exprimés par l'écosystème" peut vous inspirer quant aux types de projets que vous pourriez réaliser en utilisant l'IA.
- 2 A partir de ces besoins, déterminer les solutions qui doivent être développées pour répondre à ces besoins.
- 3 Déterminer ensuite les capacités technologiques et logistiques que vous allez développer à l'interne de votre entreprise.
- 4 Compléter ensuite en indiquant les capacité technologiques et logistiques que vous allez aller chercher chez d'autres acteurs de l'écosystème.

Vous pouvez finalement lier les capacités technologiques aux solutions à développer qui seront elles même reliées aux besoins de votre entreprise.

La réalisation de cette roadmap permet de voir globalement quels seront les projets que votre entreprise va mener et quels sont les capacités que vous devez développer ou aller chercher pour mener à bien ces projets.

Vous pouvez ensuite réaliser des ateliers plus précis, pour lesquels vous vous concentrerai pour sur une solution à développer.

Figure 6.8 Modèle de feuille de route générale pour les autres acteurs de l'écosystème

CHAPITRE 7 DISCUSSION

La question de recherche était la suivante : « Comment intégrer la prise en compte de l'écosystème à une méthode de positionnement stratégique ? ».

Une méthode a été créée et mise en place pour un cas d'étude afin de répondre à cette question de recherche. La méthode obtenue est l'adaptation d'une méthode de cartographie couplée à une méthode de feuille de route.

7.1 Étude de l'écosystème

Puisque l'adoption de l'IA nécessite une certaine préparation, il est important de commencer par déterminer les entreprises prêtes à utiliser ces technologies avant de chercher à obtenir des informations sur leurs besoins d'aide en rapport avec l'IA. La méthode de cartographie de l'écosystème en deux étapes comme présentée dans ce rapport permet de surmonter ce défi. L'analyse des données d'ACDC permet d'identifier les acteurs les plus prêts à utiliser l'IA d'après les logiciels qu'ils possèdent. La réalisation d'entrevues et l'enquête par questionnaire de niveau de préparation à l'IA permettent ensuite de rentrer plus en profondeur dans l'étude des besoins de ces acteurs.

L'analyse des cartographies montre que l'adoption des nouvelles technologies et de l'IA est en pleine expansion dans l'EDAC. Les différents logiciels relatifs à la récolte, le formatage, le stockage et l'analyse des données sont utilisés depuis 2018. C'est seulement depuis 2020 que l'on constate une utilisation de logiciels permettant de faire de l'IA. Conformément à ce que l'on trouve dans la littérature, il faut environ 2 ans entre le début d'utilisation des données et la mise en place de l'IA. Il pourrait être intéressant de faire cette même étude avec d'autres écosystèmes afin de comparer les différents résultats et de voir à quel point l'adoption de l'IA dépend du secteur.

On avait remarqué dans la littérature un certain écart entre l'écosystème d'aérospatiale et celui de l'IA (Armellini et al., 2021). La réalisation d'entrevues a permis de comprendre la raison de cet écart. Il semble qu'il provienne de la nature de l'EDAC qui est très traditionnel et normé afin de garantir la sécurité de ce qui est produit. Il semble cependant que cet écosystème s'ouvre de plus en plus aux nouvelles technologies et à l'IA qui pourrait devenir primordiale dans ce secteur. Il serait intéressant de refaire une analyse similaire à celle présentée figure 3.1 d'ici quelques années afin de vérifier le rapprochement entre les deux écosystèmes qui est en cours d'après les répondants des entrevues.

Si l'analyse des entrevues par prise de notes a permis de répondre entièrement aux besoins de l'étude, on pourrait envisager une retranscription des entrevues afin d'aller plus loin dans l'analyse. Cela pourrait par exemple permettre d'évaluer l'importance de chaque sujet pour les différents répondants en analysant les répétitions d'un sujet au cours des entrevues.

Les quatre piliers identifiés dans la littérature comme indispensables à la mise en place de l'IA résument bien les différents points de blocage abordés lors des entrevues. Il n'existe pas cependant d'outil dans la littérature permettant d'évaluer le niveau de préparation d'une entreprise à utiliser l'IA comme cela peut être le cas pour des sujets plus larges comme la maturité technologique. La création d'un questionnaire reprenant sous forme d'affirmation les différents piliers indispensables à la mise en place de l'IA a permis aux entreprises concertées de visualiser concrètement les points bloquants et de tenter d'y remédier. Le questionnaire de niveau de préparation à l'IA pourrait être utilisé par n'importe quelle entreprise cherchant à adopter l'IA afin d'identifier les points sur lesquels elle doit encore travailler.

Si l'IA est un sujet d'actualité qui fait beaucoup parler et suscite l'intérêt de nombreuses entreprises, sa définition est très vaste et la détermination de ce qu'est réellement l'IA peut varier d'un chercheur à un autre. Dans le cadre de ce projet, l'IA ne constitue qu'un cas d'application pour la méthode de conception de feuilles de route basée sur l'étude de l'écosystème. On aurait pu parler de maturité numérique plutôt que d'IA afin de simplifier les concepts employés.

7.2 Conception de feuilles de route technologique

La méthodologie de conception de feuilles de route mise en place s'inspire de la méthode S-Plan développée par l'IfM. Contrairement à la méthode T-Plan, la méthode S-Plan est peu documentée dans la littérature et il existe très peu d'exemples concrets d'applications de cette méthode. La réalisation concrète d'un projet s'appuyant sur cette méthode constitue donc un apport pour la littérature.

De la même manière, si l'on peut trouver de nombreuses informations concernant la mise en place de feuilles de route orientées « innovation par l'offre » ou « innovation par la demande », on trouve peu d'explications sur une manière de mener une approche mixte « innovation par l'offre » / « innovation par la demande ». Ce projet propose donc une méthode pour lier ces deux approches, qui consiste à venir confronter les besoins du marché aux capacités de l'entreprise à l'aide d'une matrice.

On peut trouver dans la littérature différents points importants à prendre en compte afin de mettre en place une méthode de conception de feuilles de route. L'importance de ces différents

points a pu être constatée lors de la mise en place du processus. Parmi ces points, celui qui semble le plus important après avoir réalisé le processus est d'impliquer dans le processus des personnes ayant des rôles de décision dans l'entreprise et de les impliquer le plus tôt possible. Concevoir une feuille de route prend du temps et il peut être très compliqué de réussir à obtenir la participation des personnes désirées. Cependant, le choix des participants est primordial afin de produire une feuille de route de qualité et la plus grosse valeur ajoutée du processus découle des discussions qui sont encouragées par les ateliers qui sont parfois plus importantes que le résultat final de la feuille de route. Il peut être intéressant de limiter le nombre de participants pour réduire les contraintes liées aux agendas de chacun, mais aussi pour favoriser les discussions libres lors des ateliers. Ce point est d'autant plus vrai lors d'ateliers à distance pendant lesquels la communication est plus compliquée, surtout si les ateliers comportent un grand nombre de participants. Des participants qui ne se sentent pas impliqués et ont du mal à demander de l'aide risquent de ne plus participer à l'atelier, notamment lorsque celui-ci a lieu en ligne.

Le processus de conception de feuilles de route mené dans cette étude pourrait être complété par des travaux de simulation du réseau de valeur, inspirés par exemple de ce qui a été fait par Daaboul et al. (2011) à propos de la personnalisation de masse. Les études qu'ils ont réalisées ont abouti à la proposition d'un outil permettant de modéliser, simuler et analyser un réseau de valeur afin d'aider à la décision. Ces travaux pourraient être adaptés au cadre de notre étude pour enrichir le processus de conception de feuilles de route basé sur l'étude de l'écosystème présenté dans ce mémoire. On pourrait également enrichir le processus en proposant une méthode de gestion des capacités organisationnelles de l'entreprise après avoir fixé les objectifs à atteindre. La feuille de route générale obtenue à la fin du processus présenté dans ce mémoire définit des orientations stratégiques et des objectifs à atteindre. Afin de réaliser ces objectifs, un travail de pilotage de performance doit être mis en place afin de gérer les capacités organisationnelles de l'entreprise. Cela peut se faire en utilisant le modèle proposé par Rauffet et al. (2012).

Par ailleurs, on pourrait imaginer un processus plus ouvert dans lequel on ferait participer directement des acteurs de l'écosystème. Cela nécessite cependant que l'entreprise travaille sur des sujets non confidentiels et n'ait pas un trop grand nombre de partenaires ou clients à inviter. Ce processus pourrait être envisageable dans l'exemple d'une PME qui pourrait faire intervenir dans le processus de conception de feuilles de route ses principaux clients et partenaires. Le processus pourrait également être adapté à des entreprises d'un même écosystème cherchant à planifier ensemble des actions conjointes. Cependant, si l'on souhaite définir une feuille de route réellement écosystémique qui ne soit pas centrée sur une entreprise,

le processus doit être financé et dirigé par un acteur externe qui n'a pas pour objectif la réussite d'une entreprise plus que les autres.

Le modèle de feuille de route technologique développé par Geoff Nimmo permet de réaliser des feuilles de route globales au niveau d'un secteur, financées et dirigées par le gouvernement. Si ces feuilles de route permettent d'orienter la stratégie globale d'un secteur, elles sont à un niveau très global et ne remplacent pas les feuilles de route que chaque entreprise doit réaliser. Sur ce modèle, on pourrait imaginer des feuilles de route écosystémiques définies par des associations sectorielles comme par exemple AéroMontréal. Il faudrait en effet que ce processus soit dirigé par un acteur ayant une bonne connaissance de l'écosystème et des ambitions d'amélioration de l'écosystème global, non centrées sur une entreprise. Un processus de conception de feuilles de route nécessite d'être organisé et dirigé par un acteur ayant un minimum de recul sur les problématiques en jeu. Dans le cas d'une entreprise, il est intéressant d'avoir un acteur externe pour diriger le processus, dans le cas d'un écosystème, il me semble nécessaire que le chef d'orchestre du processus ne soit pas membre d'une entreprise de l'écosystème, car sa vision serait forcément biaisée par les objectifs de son entreprise. Une feuille de route réalisée par une association sectorielle permettrait ainsi de donner une orientation globale à l'écosystème en prenant en compte ses différents acteurs sans mettre une entreprise en avant. La réalisation d'une telle feuille de route serait très appréciable dans des périodes de transition et de redéfinition des méthodes de travail de l'écosystème comme c'est le cas actuellement dans l'EDAC avec l'arrivée de l'IA.

7.3 Arrimage entre la méthode de cartographie et celle de conception de feuilles de route technologique

L'étude de l'écosystème faite lors de la réalisation des cartographies permet d'obtenir des informations essentielles à l'élaboration de feuilles de route. Elle permet en effet d'évaluer et de comprendre les différents besoins de l'écosystème. Ces besoins ne sont donc plus simplement supposés, mais reflètent la réalité de l'écosystème. L'entreprise peut ensuite déterminer ceux auxquels elle peut et souhaite répondre afin de définir son positionnement stratégique. La méthode présentée dans ce rapport vient donc compléter les différentes méthodes présentes dans la littérature en ajoutant la prise en compte de l'écosystème avant de réaliser une feuille de route.

Il est particulièrement intéressant que cette étude préliminaire soit faite par une personne externe à l'entreprise ou du moins une personne différente des responsables d'affaires habituels. Cela permet d'apporter une nouvelle vision, non biaisée, de l'écosystème et de fournir

des résultats qui pourront ensuite être commentés et comparés aux attentes et suppositions des responsables d'affaires habituels connaissant bien ou en partie l'écosystème.

Pour le projet réalisé avec l'entreprise θ , les différentes informations concernant les besoins des acteurs de l'écosystème recueillis lors des entrevues et de l'enquête par questionnaire ont servi de point de départ à l'activité de conception de feuilles de route. Les besoins sélectionnés se retrouvent donc finalement sur la feuille de route globale de l'entreprise. L'identification et l'étude de ces besoins a permis de réaliser des ateliers de travail avec des acteurs de l'écosystème et ainsi de créer de nouvelles relations entre des lignes de produits du groupe G et l'entreprise θ . La réalisation d'un processus de conception de feuilles de route ancré sur les besoins de l'écosystème peut donc contribuer à rapprocher l'entreprise de certains acteurs de cet écosystème dont les besoins sont pris en compte afin de définir son positionnement stratégique.

CHAPITRE 8 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

8.1 Synthèse des travaux

La méthode présentée dans ce rapport a permis de mettre en place un processus de positionnement stratégique prenant en compte l'analyse et l'évaluation de l'écosystème pour une entreprise technologique.

La réalisation de cartographies d'écosystème a permis d'évaluer le niveau de préparation à l'IA des différents acteurs mais aussi de comprendre leurs positions actuelles vis-à-vis de l'IA. Les premières visualisations réalisées à partir de données secondaires ont permis d'identifier les acteurs les plus prêts à utiliser l'IA. Des entrevues et une enquête par questionnaire de niveau de préparation à l'IA ont ensuite permis de comprendre les différents besoins et points bloquant la mise en place de l'IA pour ces acteurs. La connaissance des différents piliers permettant la mise en place de l'IA ainsi que la conscience du niveau actuel des différents acteurs composant l'écosystème a servi de base pour le processus de conception de feuilles de route technologique.

Les différentes étapes de la méthode de conception de feuilles de route mise en place ont permis d'obtenir des recommandations de développement technologique se basant sur des besoins réels des écosystèmes interne comme externe. Les informations provenant des cartographies ont été présentées aux différents participants de l'atelier de conception de la feuille de route générale et ont permis de remplir l'étage de la feuille de route concernant les besoins auxquels l'entreprise souhaite répondre. L'apport de ces informations a été très apprécié par l'entreprise θ qui y a généralement difficilement accès bien que ces informations soient essentielles à la prise de décisions stratégiques. Les ateliers spécifiques menés par la suite ont permis de rentrer plus en profondeur dans l'étude des solutions technologiques identifiées lors du premier atelier. Ces ateliers ont également permis de créer des liens entre l'entreprise θ et des lignes de produits du groupe G.

8.2 Contributions pour la théorie et la pratique

D'un point de vue recherche, la réalisation de ce processus de conception de feuilles de route basé sur des cartographies d'écosystèmes a permis de montrer un moyen d'intégrer la prise en compte de l'écosystème à une méthode de positionnement stratégique. La méthode mise en place a en effet permis d'intégrer des informations provenant de la cartographie de

l'écosystème directement dans la feuille de route réalisée, ce qui n'est pas le cas dans les méthodes de conception de feuilles de route existantes. La stratégie découlant de cette feuille de route est donc forcément plus ancrée dans les problématiques de l'écosystème puisqu'elle se base sur les besoins recueillis auprès des différents acteurs de cet écosystème. Cette méthode est adaptée au cas d'une entreprise technologique fournissant des solutions en IA. La méthode de cartographie se basant sur des données secondaires puis primaires a permis d'identifier les acteurs prêts à utiliser l'IA avant de recueillir des informations plus précises sur leurs besoins et bloquants par rapport à l'IA. La méthode mixte de recueil des données primaires, constituées d'entrevues, mais aussi d'une enquête par questionnaire de niveau de préparation à l'IA a permis d'évaluer, mais aussi de comprendre les différents points bloquants la mise en place de l'IA au sein d'un écosystème. Finalement, l'adaptation du processus de conception de feuilles de route a montré qu'il était possible de tenir compte et mais également d'intégrer les données de l'écosystème à la conception de feuilles de route pour l'entreprise.

D'un point de vue pratique, cette méthode a été très appréciée par l'entreprise θ puisqu'elle leur a fourni des informations réelles et non supposées sur les besoins des écosystèmes qui l'entourent. Ces informations ont permis d'initier rapidement le processus de conception de feuilles de route et d'obtenir un positionnement stratégique réellement lié aux écosystèmes entourant l'entreprise. L'utilisation d'une approche innovation par l'offre/innovation par la demande a permis de prendre en compte les besoins identifiés tout en ne perdant pas de vue les capacités technologiques déjà existantes de l'entreprise. Le processus a finalement permis d'aboutir sur de plus fortes relations entre l'entreprise θ et les lignes de produits du groupe G qui pourraient donner lieu à des partenariats futurs.

8.3 Limitations de la solution proposée

Cette méthode résulte d'un projet de recherche en partenariat avec une entreprise. Une des principales difficultés du projet a été d'accorder les intérêts de la recherche avec ceux du monde industriel, qui sont souvent assez éloignés. En effet, alors que la recherche vise à démontrer quelque chose de nouveau afin d'enrichir les connaissances d'un domaine, le monde industriel se construit autour des concepts d'efficacité et de rentabilité. La méthode produite cherche donc à répondre aux contraintes de ces deux milieux et aurait sûrement été menée différemment si le projet avait des objectifs uniquement de recherche ou bien purement industriels.

Le statut d'étudiante en recherche a permis de réaliser des entrevues à l'externe du groupe G avec un taux de réponse qui n'aurait pas été espéré par des employés de l'entreprise

θ. L'engagement d'anonymisation des résultats a permis d'avoir plus de répondants et de meilleures réponses que si les résultats avaient été fournis bruts à du groupe G. Cependant, les informations anonymes sont plus difficilement utilisables. Notamment, dans le cadre d'une feuille de route, elles peuvent être simplement utilisées afin de connaître les tendances du marché et ne peuvent pas déboucher directement sur des partenariats puisqu'aucun nom ne peut être associé aux besoins identifiés.

Le choix des acteurs à interroger a été fait à partir d'une analyse de données secondaires issues de la base de données ACDC. Cela représente plusieurs limites. Tout d'abord, la base de données ne contient pas les informations sur l'ensemble des acteurs de l'EDAC. Deuxièrement, elle ne prend pas en compte l'utilisation d'outils informatiques développés à l'interne des entreprises. Par ailleurs, cette analyse se base sur l'utilisation d'outils informatiques qui sont plus accessibles aux grandes qu'aux petites entreprises pour des raisons financières. Pour toutes ces raisons, on peut passer à côté d'entreprises ayant un bon niveau de préparation à l'IA sans apparaître sur les différentes visualisations. Ce projet constitue une étude pilote qui n'a pas l'ambition de fournir des données exhaustives. L'analyse des données secondaires vise simplement à réduire le nombre d'entreprises à interroger pour que le projet puisse être réalisé dans un temps raisonnable pour une maîtrise recherche. Une étude complémentaire pourrait être réalisée afin de compléter les données et obtenir la saturation des concepts en réalisant un plus grand nombre d'entrevues.

Par ailleurs, la saturation des données n'a pas pu être totalement atteinte, notamment pour le secteur spatial. Un plus grand nombre d'entrevues aurait pu permettre une analyse plus complète des besoins de l'EDAC. De plus, l'étude s'est limitée à l'EDAC qui représente un nombre restreint d'entreprises ayant des problématiques similaires. De nouvelles informations pourraient être obtenues en interrogeant des entreprises d'autres écosystèmes du secteur de l'aérospatiale et de la défense ailleurs dans le monde.

Enfin, la nature confidentielle des informations traitées a empêché d'inviter d'autres entreprises à l'exercice de planification. Si un exercice similaire était mené avec une entreprise dont les orientations stratégiques ne sont pas confidentielles (peut-être une entreprise travaillant pour un secteur moins confidentiel que la défense et l'aérospatiale), il serait possible de faire participer des acteurs externes à l'entreprise aux différents ateliers de conception de feuilles de route.

8.4 Suggestions pour des projets de recherche dans l'avenir

Concernant la cartographie de l'écosystème, la prise en compte d'acteurs appartenant à l'écosystème des acteurs fournissant des solutions en IA et l'ajout des liens entre les différents acteurs pourrait permettre d'évaluer l'influence de ces liens sur l'adoption des nouvelles technologies et de l'IA.

Concernant l'indicateur de niveau de préparation à l'IA créé pour ce projet, un travail pourrait être réalisé afin d'obtenir une valeur pour cet indicateur simplement à partir de l'analyse de données existantes, par exemple sur la base de données ACDC. Il serait également intéressant de tester et valider cet indicateur avec des études dans d'autres secteurs.

Le processus présenté dans ce rapport peut être généralisé à un autre domaine que celui de l'aérospatial et pourrait permettre à une entreprise de repérer de nouveaux marchés. Pour cela, il suffit de déterminer dans un premier temps l'écosystème à étudier puis on applique la méthode présentée dans ce rapport afin d'identifier des liens entre les besoins de cet écosystème et les capacités technologiques de l'entreprise.

Par ailleurs, de prochaines études pourraient essayer d'adapter la méthode pour une entreprise avec moins d'enjeux de confidentialité et inviter des représentants d'autres entreprises au processus de conception de feuilles de route afin d'obtenir une feuille de route encore plus représentative de l'écosystème.

Enfin, il serait intéressant de mener des processus de conception de feuilles de route auprès de plusieurs acteurs d'un même écosystème et de trouver un moyen de relier les différentes feuilles de route entre elles.

RÉFÉRENCES

- M. G. Aboelmaged, “Predicting e-readiness at firm-level : An analysis of technological, organizational and environmental (toe) effects on e-maintenance readiness in manufacturing firms”, *International Journal of Information Management*, pp. 639–651, 2014.
- R. Adner, *The Wide Lens - A new strategy for innovation*. Portfolio Penguin, 2012.
- , “Match your innovation strategy to your innovation ecosystem”, *Harv Bus Rev*, vol. 84, no. 4, pp. 98–107 ; 148, 2006.
- AIAC et ISDE, “État de l’industrie aérospatiale canadienne- rapport 2018”, 2018.
- F. Alemeye et F. Getahun, “Cloud readiness assessment framework and recommendation system”, *IEEE Xplore*., 2015.
- F. Armellini, C. Beaudry, M. Bourgaul, P. Cohendet, L. Simon, L. Solar-Pelletier, N. Sultana, et E. Turkina, “Le Québec économique 9 - chapitre 18 - l’aérospace numérique au Québec : un écosystème innovant au cœur des enjeux de la société”, *CIRANO Papers*, vol. 2020ch-18, 2021.
- L. Atzori, A. Iera, et G. Morabito, “The internet of things : A survey author links open overlay panel”, *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2010.
- AéroMontréal, “La mobilité durable au cœur de l’innovation aérospatiale”, 2019.
- R. Bachand, “Stratégie de développement de l’industrie aéronautique québécoise”, *Ministère du Développement économique, de l’Innovation et de l’Exportation québécois*, 2006.
- R. C. Basole, “Visual business ecosystem intelligence lessons from the field”, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 2014.
- R. C. Basole, T. Clear, M. Hu, H. Mehrotra, et J. Stasko, “Understanding interfirm relationships in business ecosystems with interactive visualization”, 2013.
- R. C. Basole, J. Huhtamäki, K. Still, et M. G. Russell, “Visual decision support for business ecosystem analysis”, *Expert Systems with Applications*, vol. 65, pp. 271–282, 2016. DOI : 10.1016/j.eswa.2016.08.041

C. Battistella, K. Colucci, A. F. De Toni, et F. Nonino, "Methodology of business ecosystems network analysis : A case study in telecom italia future centre", *Technological Forecasting & Social Change*, 2013.

M. B.Miles et A. M. Huberman, *Qualitative Data Analysis : an expanded sourcebook*, série SAGE Publications, 1994, vol. Second Edition.

T. Bresnahan et A. Gambardella, "Building high-tech clusters : Silicon valley and beyond", 2004. DOI : 10.1017/CBO9780511802911

J. Bughin, "Artificial intelligence : the next digital frontier", *McKinsey Global Institute*, 2017.

L. Cappelletti, "La recherche-intervention : Quels usages en contrôle de gestion ?" *Crises et nouvelles problématiques de la Valeur*, Mai 2010.

CEFRIQ, "Les 6 clés de l'adoption du numérique", *CEFRIQ 2018 – PROGRAMME ED-NET*, 2018.

M. Chen, S. Mao, et Y. Liu, "Big data : A survey", *Springer Science+Business Media New York*, pp. 171–209, 2014. DOI : 10.1007/s11036-013-0489-0

V. Chichernea, "The executive support systems as innovative tools for the evaluation of financial projects", 2009.

CRIAQ, "Rapport d'activités", 2020.

J. Daaboul, C. D. Cunha, A. Bernard, et F. Laroche, "Design for mass customization : Product variety vs. process variety", *CIRP annals*, vol. 60, pp. 169–174, 2011.

D. Doloreux et G. Savoie-Dansereau, "L'émergence de la grappe industrielle de l'intelligence artificielle (ia) à montréal", *L'Association canadienne des géographes*, vol. 63(3), p. 440–452, 2019. DOI : 10.1111/cag.12525

EIRMA, "Technology roadmapping - delivering business vision", Report, 1997.

Gartner, "Applying artificial intelligence to drive business transformation : A gartner trend insight report", pp. 2–7, 2017.

N. N. Gindy, B. Ceri, et n. A. Hodgson, "Technology roadmapping for the next generation manufacturing enterprise", *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 17, pp. 404–416, 2006. DOI : 10.1108/17410380610662843

B. G. Glasser et A. L. Strauss, "The discovery of grounded theory : Strategies for qualitative research", *Chicago : Aldine*, 1967.

L. A. d. V. Gomes, A. L. F. Facin, M. S. Salerno, et R. K. Ikenami, "Unpacking the innovation ecosystem construct : Evolution, gaps and trends", *Elsevier*, vol. Technological Forecasting & Social Change 136, pp. 30–48, 2018.

G. Hage, "The adoption of emerging technologies in canada and their impact on innovation performance", *Thèse de doctorat, Polytechnique Montréal*, 2020. En ligne : <https://publications.polymtl.ca/5574/>

T. Hagendorff, "The ethics of ai ethics : An evaluation of guidelines", *Minds & Machines*, vol. 30, pp. 99–120, 2020.

J.-P. Haton, 19 septembre 2000 2000.

M. Iansiti et R. Levien, "The keystone advantage : What the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation, and sustainability." *Harward Business School Press*, p. 225, 2004.

———, "Keystones and dominators : Framing the operational dynamics of business ecosystems", *harvard business school press*, 2002.

I. Ilevbare, R. Phaal, D. Probert, et A. T. Padilla, "Integration of triz and roadmapping for innovation, strategy, and problem solving", *Centre for Technology Management, University of Cambridge, UK. Dux Diligens, Mexico.*, 2011.

InvestirauCanada, "L'industrie aérospatiale", vol. FR5-38/1-2016F-PDF, 2018.

InvestissementQuébec, "Une année majeure pour l'intelligence artificielle à montréal", 2019. En ligne : <http://www.international.gouv.qc.ca/fr/londres/actualites/18577>

IVADO, "Pour des transferts réussis en intelligence numérique et une création de valeur économique et sociétale", *Mémoire soumis par IVADO dans le cadre de l'appel de mémoires pour la Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2022*, 2021.

S. Jackson, "Re-engineering the post office", *New Technology Work and Employment*, vol. 10, pp. 142–146, 1995.

M. G. Jacobides, C. Cennamo, et A. Gawer, "Towards a theory of ecosystems", *WILEY strategic management journal*, 2018. DOI : 10.1002/smj.2904

- J. H. Lee, R. Phaal, et S.-H. Lee, "An integrated service-device-technology roadmap for smart city development", *Technological Forecasting Social Change*, vol. 80, pp. 286–306, 2012.
- S. Lee, S. Kang, Y. Park, et Y. Park, "Technology roadmapping for r&d planning : The case of the korean parts and materials industry", *Technovation*, vol. 27, pp. 433–445, 2007.
- S. Létourneau, G. Diop, et R. Gendron, "L'écosystème québécois en intelligence artificielle", *Norton Rose Fulbright*, 18 mars 2019 2019.
- P. Maskell et A. Malmberg, "Localized learning and industrial competitiveness", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 23(2), 1999. DOI : [10.1093/cje/23.2.167](https://doi.org/10.1093/cje/23.2.167)
- H. G. Miller et P. Mork, "From data to decisions : A value chain for big data", *IEEE Xplore*, pp. 57–59, 2013.
- MontréalInternational, "Pourquoi les géants de l'intelligence artificielle mettent le cap sur le grand montréal", 2021.
- J. F. Moore, "Predators and prey : A new ecology of competition", *Harvard Business Review*, 1993.
- J. Moscarola, "Le sphinx développement, analyse lexicale avec le sphinx", *Manuel d'utilisation*, p. 155p., 1995.
- G. Nimmo, *Technology roadmapping on the industry level : Experiences from Canada*. in : Moehrle et al. (eds.) (2012), "Technology roadmapping for strategy and innovation - charting the route to success", Ch.3 pp.47-66. Springer London, 2012. DOI : [10.1007/978-3-642-33923-3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33923-3)
- J. Niosi et M. Zhegu, "Aerospace clusters : local or global knowledge spillovers ?" *Industry & Innovation*, vol. 12, pp. 5–29, 2005.
- M. Nortje et S. Grobbelaar, "A framework for the implementation of artificial intelligence in business enterprises : A readiness model", *IEEE Xplore*, 2020.
- D.-S. Oh, F. Phillips, S. Park, et E. Lee, "Innovation ecosystems : A critical examination", *Technovation*, vol. 54, pp. 1–6, 2016. DOI : [10.1016/j.technovation.2016.02.004](https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.02.004)
- E. Oztemel et T. K. Polat, "Technology readiness model for enterprises", *ResearchGate*, 2006.

- H. Parka, R. Phaal, J.-Y. Hoc, et E. O'Sullivan, "Twenty years of technology and strategic roadmapping research : A school of thought perspective", *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 154, 2020. En ligne : <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119965>.
- D. Pastre, "L'intelligence artificielle definition - generalites - historique - domaines", *Université Paris 5*, 2000.
- R. Phaal, "Roadmapping for strategy and innovation", *Centre for Technology Management, Institute for Manufacturing Department of Engineering, University of Cambridge*, 2019.
- R. Phaal, C. Farrukh, et D. Probert, 29th July - 2nd August 2001 2001.
- R. Phaal, C. Farrukh, R. Mitchell, et D. Probert, "Technology roadmapping : Starting-up roadmapping fast", *Research Technology Management*, vol. 46, pp. 52–59, 2003.
- R. Phaal, C. Farrukh, et D. Probert, *Roadmapping for strategy and innovation*. University of Cambridge Institute for Manufacturing, 2010.
- A. P. Plageras, K. E. Psannis, C. Stergiou, Haoxiang Wang, et B.B.Guptac, "Efficient iot-based sensor big data collection–processing and analysis in smart buildings", *Future Generation Computer Systems*, vol. 82, pp. 349–357, 2017.
- M. E. Porter, "How competitive forces shape strategy", 1979.
- , "Competitive strategy : Techniques for analysing industries and competitors", *Free Press*, p. 432p, 1998.
- Powell, "Network dynamics and field", *American Journal of Sociology*, vol. 110, pp. 1132–1205, 2005.
- T. Power et G. Jerjian, "Ecosystem : Living the 12 principles of networked business", *Pearson Education Ltd*, p. 392, 2001.
- K. Ramakrishnan, "Le cadre de maturité de l'ia - guide stratégique pour opérationnaliser l'ia d'entreprise", *ELEMENT AI*, 2020.
- P. Rauffet, C. DaCunha, et A. Bernard, "Conceptual model and it system for organizational capability management", *Computers in Industry*, vol. 63, pp. 706–722, 2012.
- J. Roberge, R. Jamet, L. Nantel, M. Senneville, et D. Tchéhouali, "Baromètre ville intelligente, intelligence artificielle et culture algorithmique", *Institut national de la recherche scientifique*, 2019.

- E. M. Rogers, "Diffusion of preventive innovations", *Addictive Behaviors*, vol. 27, pp. 989–993, 2002.
- K. Rong, G. Hu, Y. Lin, Y. Shi, et L. Guo, "Understanding business ecosystem using a 6c framework in internet-of-things-based sectors", *Int. J. Production Economics*, 2015.
- J. H. Schmidt et M. Gelle, "Innovating for resilience - navigating e 'post-digital' world", *Accenture*, vol. Technology vision 2020 : Aerospace and defense, 2020.
- R. Tesch, "Qualitative research : Analysis types and software tools", *New York : Falmer*, 1990.
- R.-A. Thietart, "Méthodes de recherche en management", *Dunod*, 2007.
- C. H. Tian, B. K. Ray, J. Lee, R. Cao, et W. Ding, "Beam : A framework for business ecosystem analysis and modeling", *IBM SYSTEMS JOURNAL*, vol. 47, pp. 101–114, 2008.
- F. Urmetzer, A. Gill, et N. Reed, "Using business ecosystems mapping to generate new competitive value propositions", *Cambridge Service Alliance*, 2019.
- VilledeMontréal, "Une collaboration qui porte fruit. bilan de mi-parcours", 2017.
- , "Accelerer montreal. strategie de developpement economique", 2018.
- M. Wade et J. Hulland, "The resource-based view and information systems research : Review, extension, and suggestions for future research", *MIS quarterly*, pp. 107–142, 2004.
- P. Wanlin, "L'analyse de contenu comme méthode d'analyse qualitative d'entretiens : une comparaison entre les traitements manuels et l'utilisation de logiciels", *Recherche Qualitatives*, vol. Hors Série numéro 3, pp. 243–272, 2007.
- C. Willyard et C. McClees, "Motorola's technology roadmap process", *Research Management*, vol. September-October, 1987.
- X. Zhang, L. Ding, et X. Chen, "Interaction of open innovation and business ecosystem", *International Journal of u- and e-Service, Science and Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 51–64, 2014. DOI : [10.14257/ijunesst.2014.7.1.05](https://doi.org/10.14257/ijunesst.2014.7.1.05)
- Y. Zhang, M. Gregory, et Y. J. Shi, "Global engineering networks : the integrating framework and key patterns", *Journal of Engineering Manufacture*, 2007. DOI : [10.1243/09544054JEM820](https://doi.org/10.1243/09544054JEM820)

ANNEXE A GUIDE D'ENTREVUE EXTERNE

Voici une courte liste de définitions utiles à la compréhension du projet de recherche.

1. Ce que j'appelle « écosystème de défense/aérospatiale » est l'ensemble des acteurs de ce secteur, que ce soit des entreprises (multinationales mais aussi PME et start-ups) ou encore les acteurs gouvernementaux, les associations, les universités, ...
2. Ce que j'entends par Intelligence artificielle (IA) est l'ensemble des moyens artificiels (algorithmes, ordinateurs, etc.) permettant de reconstituer des raisonnements et des actions intelligentes. L'IA permet notamment l'analyse de données, regroupe les méthodes d'apprentissage automatique et profond (IA connectioniste) mais aussi plus simplement l'utilisation de règles dictées par l'humain aux machines pour accomplir des tâches (IA symbolique).
On peut aussi parler d'IA pour intelligence augmentée : on place l'humain au centre du processus, c'est à lui que revient la décision, les algorithmes sont simplement une aide à la prise de décisions.
3. Ce qu'est une cartographie d'écosystème. Il s'agit d'une représentation graphique des acteurs de l'écosystème, de leurs caractéristiques et des liens qui les relient entre eux. Dans mon cas d'étude, une cartographie est simplement une représentation graphique de l'ensemble des acteurs, sans leurs noms, simplement leurs tailles et leurs secteurs (SCIEN) avec l'indicateur niveau de préparation à l'IA de leur maturité à utiliser l'IA.

Écosystème DA :

Quelles sont selon vous les principales catégories d'acteurs de l'écosystème de défense/aérospatiale ? Types d'acteurs : Grosses entreprises, PME, start-ups, universités, organisations gouvernementales, ... Secteurs d'activité : Manufacture, métal, électronique, nouvelles technologies, ...

Comment ressentez-vous les relations au sein de l'écosystème de défense/d'aérospatiale ? plutôt hiérarchiques : client/fournisseurs ou plutôt ouvertes : partenariats ?

Comment voyez-vous les liens de cet écosystème avec celui des nouvelles technologies et de l'IA ? Avez-vous l'impression que cet écosystème a besoin de se baser plus sur l'utilisation de données ? Qui pourrait permettre d'intégrer par exemple de l'intelligence augmentée dans les produits/services ... Pensez-vous à des utilisations particulières ? Pensez-

vous qu'il est assez connecté avec les acteurs du domaine de l'IA ? Quels sont selon vous les liens manquants, avec quel type d'acteurs ?

Utilisation des nouvelles technologies et de l'IA dans votre entreprise :

Comment qualifiez-vous l'utilisation des nouvelles technologies dans votre entreprise ? Importance par rapport à d'autres domaines de R&D Budget alloué par rapport aux revenues totales

Quelles sont les nouvelles technologies que vous utilisez actuellement ? (Intelligence artificielle, IoT, Réalité virtuelle/augmenté, Big data, Cyber, Cloud) Comment utilisez-vous les nouvelles technologies ?

Votre entreprise utilise-t-elle déjà l'IA ? (Gouvernance, récolte, analyse des données) Comment qualifiez-vous l'utilisation de l'IA dans votre entreprise par rapport aux autres nouvelles technologies ? Quels sont vos produits intégrants de l'IA ? Quel objectif ? Sous quelle forme y avez-vous recours ? (cyber/ aide à la décision/ traitement du langage/ cognition/...) **Pourcentages produits développés basés sur l'IA :** 0 0 -10 10-20 20-40 40-60 60-80 >80

Ces technologies sont développées à l'interne ou à l'externe de votre entreprise ? Avez-vous des partenaires dans le domaine de ces nouvelles technologies ?

Prévisions en termes de nouvelles technologies et d'IA :

Selon vous, qu'est-ce que l'IA pourrait apporter à votre entreprise ? A vos clients ? A vos partenaires ? A vos employés/membres ? Avez-vous des projets/produits particuliers qui nécessiteraient l'utilisation de l'IA ? A quoi va servir l'IA : réduction de coûts/ nouveaux produits/ modèles d'affaire ?

Votre entreprise a-t-elle prévu d'avoir recourt à l'IA pendant les prochaines années ? Dans quel but ? Pour quels produits ? Sous quelle forme (cyber/ aide à la décision/ traitement du langage/ cognition/...). Ces adoptions sont prévues pour quand ?

Pourcentages produits développés basés sur l'IA dans 2 ans : 0 0 -10 10-20 20-40 40-60 60-80 >80

Pourcentages produits développés basés sur l'IA dans 5 ans : 0 0 -10 10-20 20-40 40-60 60-80 >80

Est-ce que la crise du Covid-19 a impacté vos plans d'adoption de l'IA ?

Si un besoin d'utiliser l'IA a été exprimé :

Challenges posés par l'IA

Quels sont vos enjeux ou freins liés à l'utilisation de l'IA ? Voyez-vous des potentielles difficultés pour la mise en place de l'IA ? Budget ? Ressources humaines ? Technologie ? Avez-vous des données, prêtes pour IA ? cf chaîne de valeur IA (récoltées, formatées, stockées, intégrées, analysées)

Voyez-vous de potentiels facilitateurs pour la mise en place de l'IA ? D'après vous, quels sont les plus gros challenges auxquels vous devez faire face et pour lesquels vous auriez besoin de faire appel à une expertise externe ? Legal Confiance certifications Développement

Pensez-vous avoir les capacités en interne pour utiliser l'IA ? Pensez-vous disposer de technologies suffisantes pour mettre en place l'IA ? Personnel suffisamment qualifié ?

A qui seriez-vous prêt à faire appel pour vous aider à mettre en place des solutions d'IA ? Avez-vous connaissance d'acteurs qui pourraient répondre à vos challenges dans le domaine de l'IA ? Avez-vous déjà des partenaires dans le domaine de l'IA ? Seriez-vous prêt à faire appel à une start-up pour vous aider à développer l'IA ? Seriez-vous prêt à faire appel à un groupe déjà présent et bien implanté dans le secteur AD pour vous aider à développer l'IA ? Comment faites-vous pour identifier les compétences à l'externe ? Cherchez-vous plutôt de l'aide d'experts en IA pour développer une solution adaptée ou des solutions prêtes à l'emploi qui ont déjà fait leurs preuves ?

Si a priori pas besoin d'IA :

Pourquoi pensez-vous que l'IA n'est pas adaptée à votre entreprise ? Trop complexe à mettre en place ? Pas de valeur ajoutée perceptible ? Pas de besoin pour les produits actuels ?

Si un jour vous aviez besoin de l'IA, à qui seriez-vous prêt à faire appel ? à une start-up spécialisée en IA ? à un groupe déjà présent et bien implanté dans le secteur A&D ?

Lien avec les capacités technologiques de l'entreprise :

Pensez-vous avoir dans les prochaines années des besoins en :

- Cyber sécurité ;
- IA pour l'aide à la décision (ex : assistance pour la prise de décision des pilotes en fonction de leurs décisions passées dans des conditions similaires, vérification du mouvement du regard des contrôleurs dans les salles multi-écrans et alerte en cas d'oubli d'un écran) ;

- IA pour la cognition (reconnaissances des signes cognitifs du stress, de la fatigue ,...)

Pour quand ?

Questionnaire de niveau de préparation à l'IA

L'indicateur s'appuie sur 4 piliers : financier, technologique, culturel et organisationnel. Je vais vous poser plusieurs questions pour chacun de ces piliers. Vous pouvez répondre : De 1 à 4 :

- Pas du tout d'accord = pas du tout (1)
- Pas d'accord = plutôt non (2)
- D'accord = plutôt oui (3)
- Totalement d'accord = totalement (4)

Vous pouvez répondre en un mot ou détailler plus si vous le souhaitez. Le tableau A.1 présente le questionnaire.

Tableau A.1 Questionnaire d'"AI Readiness" qui a été posée lors des entrevues externes.

Pilier	Affirmation
Culturel	C1 Dans votre entreprise, les décisions se basent sur les données plus que sur des opinions.
	C2 Les employés de votre entreprise sont favorables à l'adoption de l'IA. Ils perçoivent un avantage relatif à l'adoption de l'IA.
	C3 Un plan de développement de compétences est prévu pour accompagner vos employés face au déploiement de projets IA.
	C4 Le personnel prendra part à la préparation de projets basés sur l'IA.
Financier	F1 Vous chiffrerez les objectifs financiers à atteindre avant de vous lancer dans un projet en IA.
	F2 Votre entreprise a les moyens financiers d'investir dans l'IA ? Budget disponible dédié aux projets IA.
Organisationnel	O1 Après un projet, vous organisez des sessions de retour d'expérience pour comprendre ce qui a fonctionné ou non avec les données.
	O2 Vous avez la possibilité d'accéder à de nouvelles données en fonction des besoins du projet.
	O3 Une planification détaillée accompagne le lancement de vos projets basés sur l'IA.
	O4 Une équipe est dédiée à chaque projets avec un responsable spécifique.
	O5 Le comité exécutif supporte l'implémentation de projets basés sur l'IA.
	O6 Le respect des règles éthiques est assuré avant d'implémenter une solution basée sur l'IA.
Technologique	T1 Vous disposez de moyens de récolter des données.
	T2 Vous disposez de moyens de sécuriser ces données.
	T3 Vous disposez de moyens de stocker ces données.
	T4 Vous disposez de moyens de formater ces données.
	T5 Vous disposez de moyens d'intégrer ces données à d'autres sources de données.
	T6 Vous disposez de moyens d'analyser ces données (logiciels, personnes qualifiées).
	T7 Vous êtes capables de valoriser ces données.

ANNEXE B GUIDE D'ENTREVUE INTERNE POUR LES ENTITÉS DU GROUPE G

Organisation et prise de décision

- Qui est en charge de prendre les décisions termes d'innovation et de technologies dans votre ligne de produits (LP) ?
- Est-il/elle responsable d'un budget ?
- Comment se prennent les décisions en termes de grandes orientations stratégiques de la LP ?
- Possédez-vous une feuille de route technologique pour la LP ?
- Possédez-vous une feuille de route d'expérience utilisateur pour la LP ?

place de l'IA dans votre LP :

- Quels sont les grands programmes/appels d'offres sur lesquels vous vous positionnez actuellement ?
- Quels sont vos produits touchés par l'IA ?
- L'IA est un domaine large, quels types de technologies avez-vous recours ? (Computer vision, NLP, planning et optimisation...)
- Quel est votre plan d'investissement en matière d'IA ?
- Quelles sont les fonctionnalités de votre LP qui sont permises par l'utilisation de l'IA ?
- À ce jour, comment se manifeste la monétisation de l'IA à hauteur de 40 à 60% de vos revenus ?
- Dans les 5 prochaines années, quels sont les enjeux de la croissance IA à hauteur de 60 à 80% de vos revenus ?

Aides en termes d'IA :

- En cas de besoin d'assistance sur un volet IA, à qui faites-vous appel ?
- Pourquoi ?
- Quelles sont vos relations avec cet acteur ?
- D'après vous, quels sont les plus gros défis auxquels vous devez faire face et pour lesquels vous auriez besoin d'aide ?
- Voyez-vous de potentiels facilitateurs pour la mise en place de l'IA ? Voyez-vous des potentielles difficultés pour la mise en place de cette techno ? (Certification, développement, intégration...)

ANNEXE C QUESTIONNAIRE INTERNE POUR LES ENTITÉS DU GROUPE G

Introduction

Artificial Intelligence readiness

For a research project with Polytechnique Montréal, we are looking to assess the Artificial Intelligence readiness of different players in Defense and Aerospace. This questionnaire is submitted to you as a member of a product line (of the groupe G). It will also be submitted to various players outside the groupe G. The idea is to be able to measure and compare the Artificial Intelligence readiness of the different actors. Thank you for your participation !

Introductory questions

What business line are you part of?

What product line are you part of?

What is your role in this ligne de produit ?

« AI Readiness » survey

The next questions will be statements to which you can give your degree of agreement (« Strongly disagree » / « Disagree » / « agree » / « Strongly agree »).

« In your business line, decisions are based on data analysis instead of opinions »

« The people in your business line are supportive of adopting AI»

« Your business line has a skills development plan to support employees in the deployment of AI projects »

« Future users take part in the preparation of R&D AI adoption projects »

« Your business line has a strategy to collect data »

« Your business line is able to secure data »

« Your business line is able to store data »

« Your business line has data engineering capabilities »

« Your business line has data fusion capabilities (integrating multiple sources of data) »

- « Your business line is able to analyze data (software, data analysts) »
- « Your business line is able to valorize or monetize their data »
- « After a project, you organize feedback sessions to understand what worked and what did not about your data »
- « You are able to get access to new data sources depending on project needs »
- « Detailed strategic agenda go with the launch of your R&D AI adoption projects »
- « A team is dedicated to each RD AI adoption projects with a specific product line sponsor »
- « The executive committee supports the implementation of AI-based projects »
- « Compliance with ethical rules is ensured before implementing an AI-based solution »
- « You set the financial objectives to be achieved before embarking on an R&D AI adoption project »
- « Your business line has a dedicated budget for RD AI adoption projects »

Questions about the use of AI in the LP

The next questions aim at determining your current use of AI and your predictions based on AI. These are either multiple choice or open-ended questions.

What pourcentage of your product features are based on AI technology ?

In 2 years, what pourcentage of your product features will be based on AI technology ?

In 5 years, what pourcentage of your product features will be based on AI technology ?

If you use AI, what do you do with this technology ? (What objective, for what type of products, with what type of AI)

If you plan to use AI in the future, what are you planning to do with it ? (What objective, for what type of products, with what type of AI)

How do you plan to develop your AI solutions ? - Within your product line - By using another entity (of the groupe G) - By using a player outside (the groupe G) - Other

Can you precise what entity do you work with to develop AI ?

Conclusion

If you want to receive the results of the study, you can indicate your email address here.

Thank you for your participation !

ANNEXE D VISUALISATION MIRO DES RÉSULTATS DES ENTREVUES POUR LE PROCESSUS DE CONCEPTION DE FEUILLES DE ROUTE

Les différents besoins des entreprises en termes d'IA ont été répartis en 5 catégories :

- Optimisation multi-contrainte
- Aide à la décision
- Reconnaissance d'objets
- Maintenance
- Systèmes autonomes

Les bloquants face à l'utilisation de l'IA ont quant à eux été séparés en 2 catégories :

- Ceux concernant les données et la mise en place de l'IA d'un point de vue technologique ;
- Les autres bloquants : principalement organisationnels, culturels ou financiers.

La couleur des post-its mis sur le Miro permet de repérer la catégorie du besoin ou bloquant.

La figure D.1 représente cette répartition.



Figure D.1 Répartition des besoins et bloquants en plusieurs catégories, comme présentés sur le Miro

Pour chaque secteur SCIAN, un cadre a été créé et les différents besoins et bloquants remontés par les répondants ont été indiqués dans différents post-its. Les figures D.2, D.3, D.4, D.5, D.6, D.7 montrent ces différents cadres. Il s'agit ici des résultats des entrevues externes, ceux provenant des entrevues internes à l'entreprise θ ne peuvent pas être présentés dans ce rapport par souci de confidentialité.

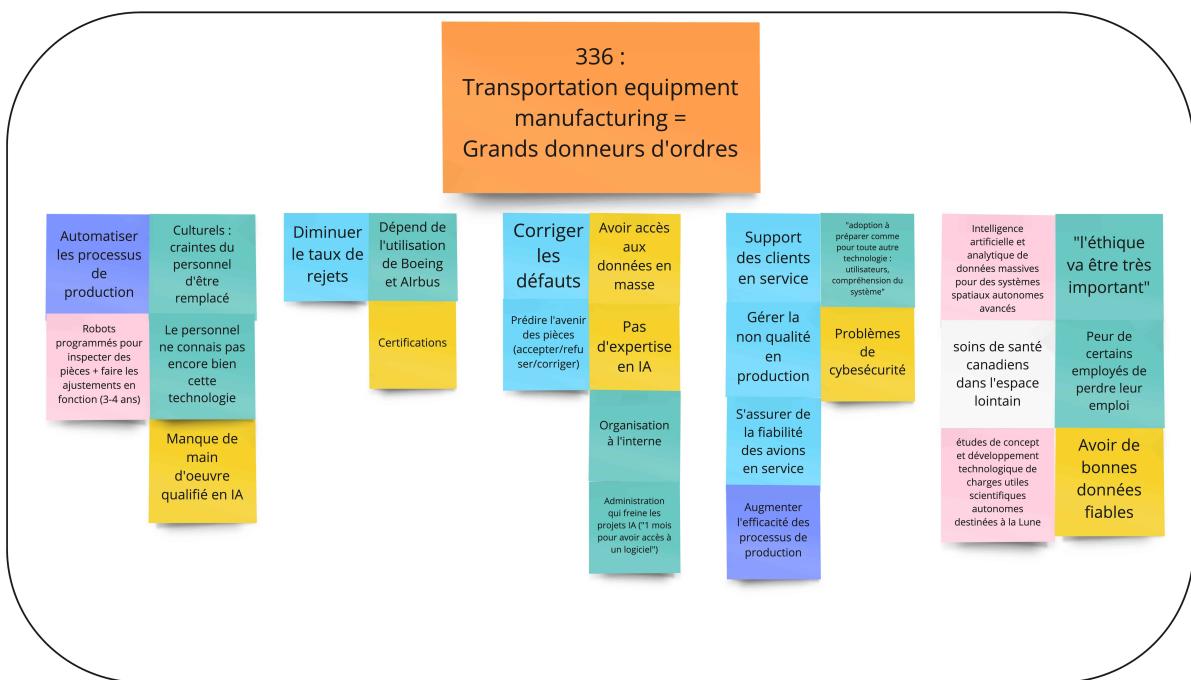


Figure D.2 Cadre des entreprises de SCIAN 336, comme présenté sur le Miro

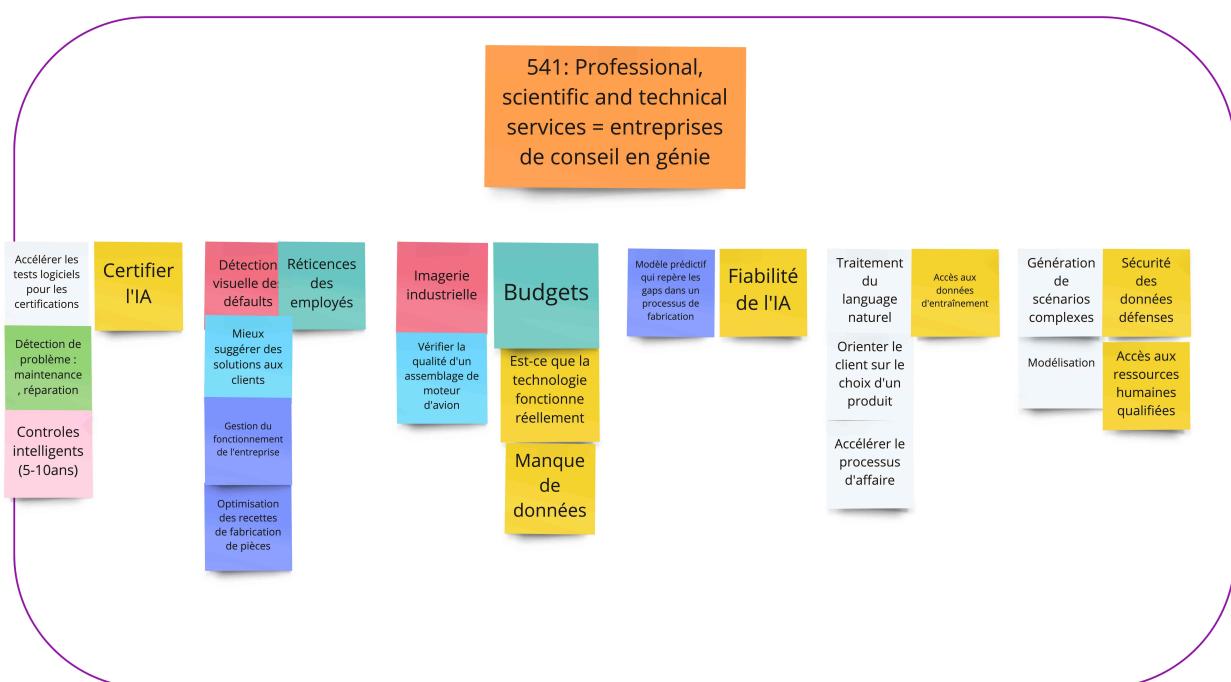


Figure D.3 Cadre des entreprises de SCIAN 541, comme présenté sur le Miro



Figure D.4 Cadre des entreprises de SCIAN 332, comme présenté sur le Miro

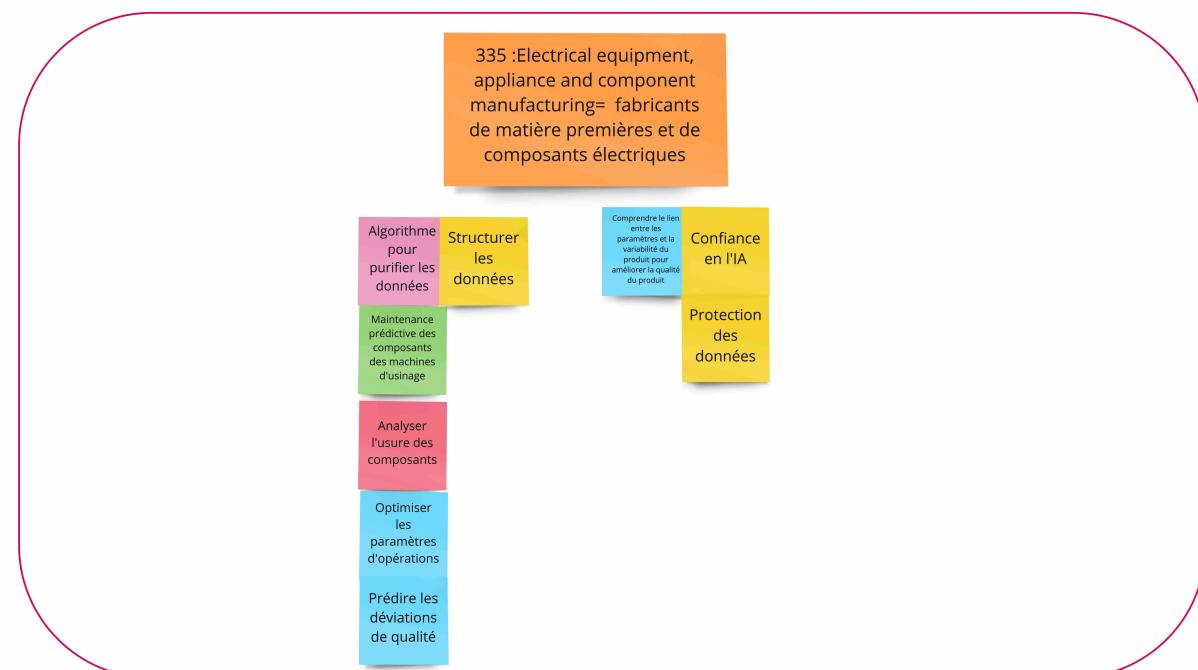


Figure D.5 Cadre des entreprises de SCIAN 335, comme présenté sur le Miro

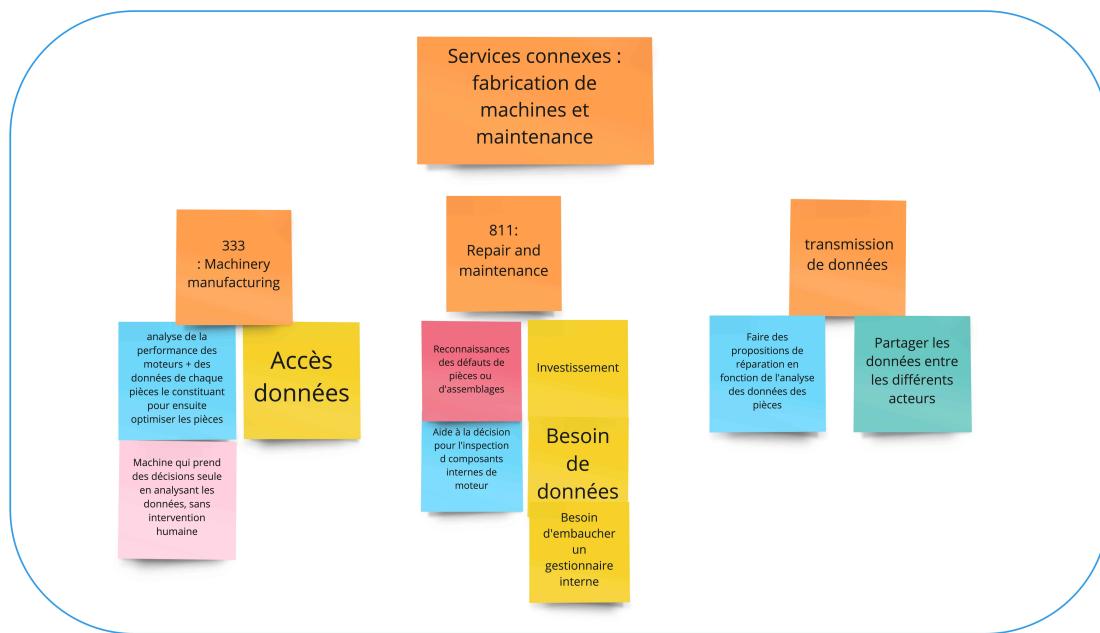


Figure D.6 Cadre des entreprises de services connexes (fabrication de machines et maintenance), comme présenté sur le Miro

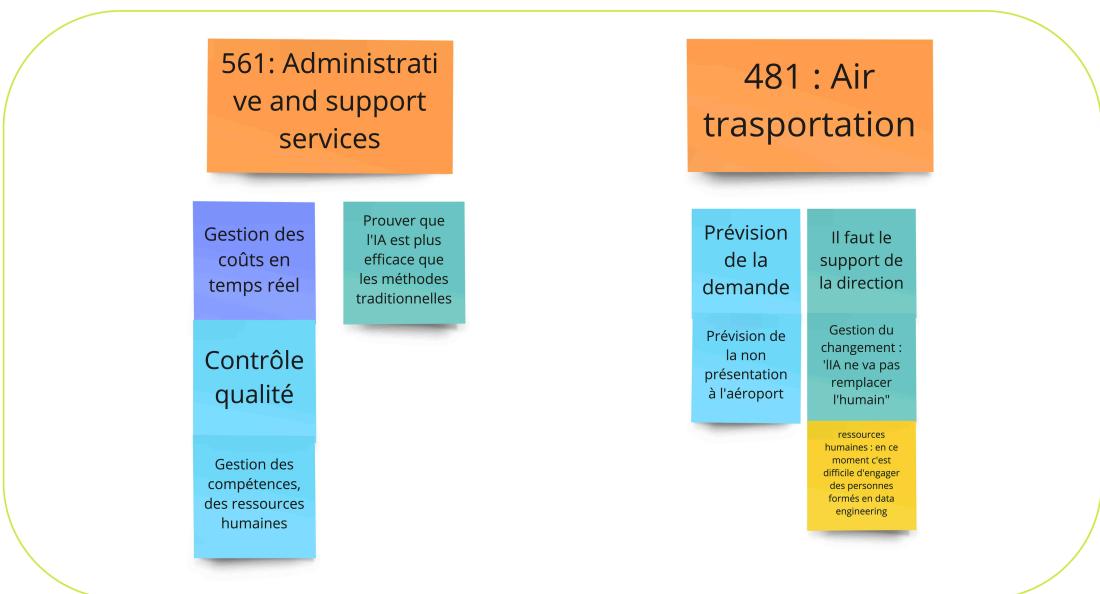


Figure D.7 Cadre des entreprises n'appartenant à aucunes des catégories précédentes, comme présenté sur le Miro