

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

LA MISE EN PLACE DE L'AUTOMATISATION ROBOTISÉE DE PROCESSUS : UNE
APPROCHE PAR LES RÈGLES D'AFFAIRES

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

PAR

MAXIME BÉDARD

SEPTEMBRE 2023

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je remercie mes directeurs de recherche, M. Abderrahmane Leshob et M. Hafedh Mili, de m'avoir initié à la recherche et de m'avoir apporté aide, guidance et soutien tout au long du processus de recherche et de rédaction. Je remercie également le corps professoral de l'École des Sciences de la Gestion de l'Université du Québec à Montréal de m'avoir partagé leurs connaissances avec autant de passion et d'enthousiasme, et ce, tout en vous adaptant aux défis et obstacles liés au contexte d'urgence sanitaire dû à la COVID-19. Je tiens également à remercier les membres du jury qui ont pris le temps d'évaluer et de commenter mon travail de recherche dans le but d'en améliorer la qualité.

Je souhaite également remercier Mitacs Canada de m'avoir permis de suivre un stage dans le cadre du programme Acceleration. Ce programme m'a permis de pousser ma recherche plus loin en acquérant de l'expérience et des données sur le terrain. Je remercie également Cascades Inc., l'organisation partenaire lors de ce stage, qui est aujourd'hui mon employeur.

J'aimerais aussi remercier ma famille, ma copine et mes amis qui m'ont encouragé et soutenu lors de ce long travail. Un merci tout particulier à mon ami Carl Miguel Maldonado, docteur en droit de l'Université du Québec à Montréal et de l'Université Paris-Nanterre qui m'a poussé à m'inscrire au programme de maîtrise en Technologies de l'information profil mémoire lorsque j'avais des doutes. Tu m'as aidé à prendre la bonne décision. Merci à ma sœur Véronique qui m'a encouragé quand c'était plus difficile durant mon parcours de maîtrise.

Enfin, je remercie plus spécialement ma mère d'avoir cru en moi, même dans les moments les plus difficiles. Tu m'as encouragé à poursuivre mes études en m'inculquant les valeurs de persévérance et de discipline et aussi en me soutenant financièrement et moralement lorsque j'en avais besoin. Tu n'auras pas eu la chance de voir le résultat final de ce mémoire, mais je sais que tu es fière de moi de là-haut. Je n'y serais pas arrivé sans toi et ton amour inconditionnel.

DÉDICACE

*Je dédie ce mémoire à ma maman, qui m'a enseigné
l'importance des études et qui m'a donné la chance de
poursuivre mes rêves en me soutenant à travers les aléas
de la vie.*

*Ta détermination et ton audace m'ont inspiré à
poursuivre mes études universitaires et de toujours
chercher à m'améliorer.*

*J'aurais tant aimé célébrer cette étape avec toi. Je t'aime et
tu me manques.*

Tu es mon inspiration, mon ange gardien.

À toi maman

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	II
DÉDICACE.....	III
TABLE DES MATIÈRES	IV
LISTE DES FIGURES.....	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES	IX
RÉSUMÉ.....	X
ABSTRACT	XI
CHAPITRE 1 INTRODUCTION	1
1.1 Mise en contexte.....	1
1.2 Sujet du mémoire et contribution	2
1.3 Approche méthodologique	4
1.4 Structure du document	5
1.5 Conclusion.....	6
CHAPITRE 2 PROBLÉMATIQUE, QUESTIONS ET OBJECTIFS DE RECHERCHE.....	7
2.1 Présentation de la problématique	7
2.2 Questions de recherche.....	9
2.3 Objectifs de la recherche	10
2.4 Portée du projet de recherche	10
2.5 Conclusion.....	11
CHAPITRE 3 ÉTAT DE L'ART	12
3.1 L'approche de Gestion des Processus d'Affaires.....	12
3.2 Automatisation robotisée de Processus	13
3.2.1 Introduction à l'ARP	13
3.2.2 Critères d'automatisation	16
3.2.3 Méthodes d'identification de processus adaptés à l'ARP	19

3.3	Les règles d'affaires	21
3.3.1	Les différentes classifications de règles d'affaires.....	21
3.4	Conclusion.....	24
CHAPITRE 4 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE.....		25
4.1	Présentation de l'approche méthodologique	25
4.2	Activités de l'approche méthodologique.....	27
4.2.1	Formulation de la problématique	28
4.2.2	Définition des exigences (objectifs).....	29
4.2.3	Conception et développement de l'artefact.....	29
4.2.4	Démonstration de l'artefact.....	30
4.2.5	Évaluation de l'artefact	30
4.2.6	Communication	30
4.3	Conclusion.....	31
CHAPITRE 5 CONCEPTION ET DÉVELOPPEMENT DE L'ARTEFACT		32
5.1	Conception et développement de notre méthode	32
5.1.1	Faisabilité ARP	35
5.1.2	Calculer le score de faisabilité ARP en se basant sur les classes de règles.....	41
5.1.3	Calculer le score de faisabilité ARP en utilisant le contexte des règles.....	42
5.1.4	Calculer le score de pertinence ARP	44
5.1.5	Créer le modèle d'objectifs	45
5.1.6	Évaluation du modèle GRL.....	50
5.2	Conclusion.....	54
CHAPITRE 6 ÉVALUATION DE L'ARTEFACT.....		55
6.1	Processus d'évaluation	55
6.1.1	Approche d'évaluation sélectionnée	57
6.1.2	Élaboration des objectifs GQM.....	59
6.2	Processus expérimentaux et participants.....	61
6.2.1	Processus d'affaires expérimentaux	61
6.2.2	Sélection des participants	62
6.3	Conception expérimentale.....	63
6.4	Fonctionnement et exécution de l'expérience	66
6.5	Résultats	67
6.5.1	Analyse de l'évaluation de la faisabilité ARP et de la pertinence ARP	67
6.5.2	Analyse de l'évaluation de l'efficacité et de l'efficience.....	72
6.6	Menaces à la validité.....	77
6.7	Conclusion.....	78

CHAPITRE 7 CONCLUSION.....	79
7.1 Contributions.....	79
7.2 Travaux futurs	81
7.3 Conclusion.....	81
ANNEXE A QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION	83
ANNEXE B MODÉLISATION DES PROCESSUS D'AFFAIRES EXPÉRIMENTAUX	87
ANNEXE C DESCRIPTION DES TÂCHES DES PROCESSUS EXPÉRIMENTAUX.....	100
ANNEXE D PUBLICATION.....	104
BIBLIOGRAPHIE	113

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
Figure 3.1 - Graphique représentant la bande automatisable de processus à l'aide d'ARP.....	17
Figure 4.1 Les trois cycles de la science de la conception.....	26
Figure 4.2 Les six principales activités en science de conception.....	28
Figure 5.1 Méthode d'évaluation de l'adaptabilité des processus d'affaires pour l'ARP.....	34
Figure 5.2 Métamodèle de règles ARP.....	37
Figure 5.3 Processus d'affaires générique des comptes à payer (fournisseur).....	40
Figure 5.4 Quadrant de pertinence de la mise en œuvre de l'ARP.....	45
Figure 5.5 Concepts de base de GRL.....	47
Figure 5.6 Le modèle orienté but (GRL) pour la tâche utilisateur « T2 : Approuver une facture »	51
Figure 5.7 Évaluation du modèle orienté but pour la tâche de l'utilisateur « T2 : Approuver la facture ».....	53
Figure 5.8 Modèle de satisfaction ARP proposé.....	54
Figure 6.1 Niveaux de structure hiérarchiques de GQM.....	59
Figure 6.2 Le processus GQM.....	61
Figure 6.3 Modèle de processus annoté.....	71
Figure 6.4 Évaluation des aspects d'efficacité et d'efficience par les experts.....	75
Figure 6.5 Visualisation des scores ARP par processus d'affaires.....	76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
Tableau 3.1 Critères d'automatisation	18
Tableau 3.2 Sommaire des classes de règles d'affaires retenues	24
Tableau 5.1 Critères d'adaptabilité de l'ARP	36
Tableau 5.2 Règles et le score de faisabilité associé à leur classe	38
Tableau 6.1 Objectifs GQM pour l'évaluation de RRPA	60
Tableau 6.2 Processus d'affaires expérimentaux.....	63
Tableau 6.3 Questions GQM pour l'évaluation des objectifs d'évaluation	64
Tableau 6.4 Évaluation des règles d'affaires gouvernant les tâches du processus d'expédition à l'aide des critères ARP	68
Tableau 6.5 Évaluation des techniques de faisabilité ARP et des mesures de pertinence ARP	69
Tableau 6.6 Score d'adaptabilité ARP après avoir appliqué RRPA	73
Tableau 6.7 Évaluation de l'efficacité	74

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

SI	Système d'Information
TI	Technologies de l'Information
APA	Automatisation des Processus d'Affaires
ARP	Automatisation robotisée des Processus
GPA	Gestion de Processus d'Affaires
BPMN	Business Process Model and Notation
IA	Intelligence Artificielle
PGI	Progiciel de Gestion Intégrée
ERP	Enterprise Resource Planning
BPM	Business Process Management
RRPA	Rule-Based Robotic Process Analysis
GQM	Goal-Question Metric
GRL	Goal-Oriented Requirement Language
RPM	Robotic Process Mining
EETP	Employé Équivalent Temps Plein
AET	Average Execution Time
NOT	Number Of Times
PHE	Proneness to Human Errors

RÉSUMÉ

L'Automatisation robotisée de Processus (ARP) est une technologie logicielle émergente pour automatiser les processus d'affaires. L'ARP utilise des robots logiciels pour effectuer rapidement et avec précision des tâches répétitives et sujettes aux erreurs commises par des humains. Ces robots imitent les humains en interagissant avec les applications logicielles existantes via des interfaces utilisateurs. L'objectif de l'ARP est de soulager les employés des tâches répétitives et fastidieuses, d'augmenter la productivité et d'offrir une meilleure qualité de service. Pourtant, malgré tous les avantages de l'ARP, la plupart des organisations échouent à implémenter cette technologie. L'une des principales raisons du manque d'adoption est que les organisations ne sont pas en mesure d'identifier efficacement les processus adaptés à l'ARP. Ce travail propose une nouvelle méthode, appelée "RRPA" (Rule-based Robotic Process Analysis), qui aide les professionnels de l'automatisation des processus à classer les processus d'affaires en fonction de leur adaptabilité à l'ARP. La méthode RRPA calcule un score d'adaptabilité à l'ARP en utilisant une combinaison de deux objectifs ARP : i) la faisabilité ARP, qui évalue dans quelle mesure le processus ou la tâche se prête à l'automatisation avec l'ARP (p. ex., implique une logique d'affaires bien définie), et ii) la pertinence ARP, qui évalue si l'ARP en vaut la peine (p. ex., un volume élevé de transactions avec des interactions manuelles). Pour calculer automatiquement le score d'adaptabilité ARP, la méthode utilise une adaptation d'un algorithme d'évaluation du "Goal-Oriented Requirements Language" qui permet de lier les tâches de processus aux objectifs ARP (c.-à-d., la faisabilité ARP et la pertinence ARP). Nous avons testé la méthode RRPA sur un ensemble de treize processus. Les résultats ont montré que la méthode est efficace à 82,05% et efficiente à 76,19%. L'efficacité mesure l'atteinte du but pour laquelle la méthode a été conçue. L'efficacité mesure le résultat en fonction des ressources requises.

Mots-clés : Automatisation robotisée des Processus, Règles d'Affaires, Processus d'Affaires, Modélisation de Processus d'Affaires, Modélisation Orientée But

ABSTRACT

Robotic Process Automation (RPA) is an emerging software technology for automating business processes. RPA uses software robots to perform repetitive and error-prone tasks previously done by human actors, quickly and accurately. These robots mimic humans by interacting with existing software applications through user interfaces. The goal of RPA is to relieve employees from repetitive and tedious tasks, to increase productivity, and to provide better service quality. Yet, despite all the RPA benefits, most organizations fail to adopt RPA. One of the main reasons for the lack of adoption is that organizations are unable to effectively identify the processes that are suitable for RPA. This research project proposes a new method, called “RRPA” (Rule-based Robotic Process Analysis), which assists process automation practitioners to classify business processes according to their suitability for RPA. The RRPA method computes a suitability score for RPA using a combination of two RPA goals: i) the RPA feasibility, which assesses the extent to which the process or the activity lends itself to automation with RPA (e.g., involves well-defined business logic), and ii) the RPA relevance, which assesses whether the RPA automation is worthwhile (e.g., high-volume of transactions with manual affordance). To automatically compute the RPA suitability score, the method uses an adaptation of an evaluation algorithm of the Goal-Oriented Requirements Language that allows to link process activities to the RPA goals (i.e., RPA feasibility and RPA relevance). We tested the RRPA method on a set of thirteen processes. The results showed that the method is effective at 82.05% and efficient at 76.19%. Efficacy measures the achievement of the goal for which the method was designed. Efficiency measures the result in terms of the required resources.

Keywords: Robotic Process Automation, Business Rules, Business Process, Business Process Modeling, Goal-Oriented Requirements Language

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

Ce chapitre constitue l'introduction de ce projet de recherche. À la section 1.1, une brève mise en contexte est présentée. La section 1.2 présente la contribution du présent travail de recherche. La section 1.3 présente la structure du document et la section 1.4 conclut ce chapitre.

1.1 Mise en contexte

L'Automatisation robotisée des Processus (ARP) ("*Robotic Process Automation*" ou *RPA* en anglais) est une technologie émergente permettant d'automatiser les processus d'affaires. L'ARP attire l'attention des gestionnaires pour sa facilité d'implantation et son grand potentiel de retour sur investissement (Lamberton *et al.*, 2017). Cette technologie utilise des robots logiciels qui remplacent les acteurs humains pour effectuer des tâches¹ répétitives et sujettes aux erreurs, plus rapidement et avec précision tout en suivant des règles d'affaires préétablies (Leshob *et al.*, 2020). Ces robots peuvent traiter des transactions, manipuler des données et communiquer avec d'autres systèmes (Osman, 2019).

Il est à noter que l'ARP automatise les processus d'affaires sans nécessiter de modifications à l'infrastructure informatique (Aguirre et Rodriguez, 2017 ; Penttinen *et al.*, 2018). Par conséquent, les technologies basées sur l'ARP utilisent l'infrastructure déjà en place, ce qui réduit l'ampleur et les coûts du projet. L'ARP diffère de l'approche GPA ("*Business Process Management*" ou *BPM* en anglais) en deux aspects (Lacity et Willcocks, 2016b) : i) l'ARP ne nécessite pas de compétences en programmation, et ii) elle est supportée par des technologies dites "lightweight", car elle n'implique pas de réingénierie des systèmes ou des processus d'affaires, bien qu'il soit parfois suggéré d'adapter certains processus afin de faciliter le développement des robots.

L'ARP offre aux organisations plusieurs avantages, notamment une productivité accrue, une meilleure qualité de service, et un délai de livraison réduit tout en libérant les employés de tâches

¹ Nous utiliserons le terme « tâche » pour référer aux tâches, sous-tâches ou aux activités d'un processus d'affaires.

fastidieuses et répétitives (IRPAAI, 2018). Selon Anagnoste (Anagnoste, 2017), l'ARP peut réduire jusqu'à 70% des coûts de saisie de données et permet d'offrir un service constant et sans arrêt, car les robots peuvent effectuer les tâches en permanence. Malgré ces avantages, les organisations ne parviennent pas à mettre en œuvre efficacement l'ARP (Leshob *et al.*, 2020 ; Syed *et al.*, 2020). L'une des principales raisons de cet échec est l'absence d'une méthode qui permet aux organisations d'identifier les processus qui se prêtent à l'automatisation avec l'ARP.

Dans ce contexte, les organisations cherchent constamment à identifier les processus qui conviennent à l'ARP (Leshob *et al.*, 2018). Pour Geyer-Klingenberg *et al.* (2018), un facteur clé de succès pour la mise en œuvre de l'ARP consiste en une évaluation soignée du potentiel d'automatisation des processus cibles. L'adoption de l'ARP est un phénomène relativement récent qui est en voie de s'accélérer au cours de la prochaine décennie (Le Clair *et al.*, 2015). Toutefois, pour le moment, l'expertise ARP reste limitée et son utilisation peu répandue (Da Silva Costa *et al.*, 2022). Notre objectif est donc de concevoir une méthode utilisable, facile à mettre en œuvre et à exécuter sans avoir à devenir un spécialiste de l'automatisation des processus d'affaires.

1.2 Sujet du mémoire et contribution

Dans ce travail de recherche, nous étendons la recherche présentée dans le mémoire de Bourgoïn (2019). Dans Bourgoïn (2019), l'auteure a proposé une méthode pour analyser les processus d'affaires se prêtant à l'ARP en leur assignant une classe allant de « Non Adapté » à « Fortement Adapté ». Bien que prometteuse, cette méthode présente deux limites. Premièrement, la méthode de Bourgoïn (2019) ne calcule pas le potentiel d'automatisation de la logique d'affaires qui gouverne les tâches du processus d'affaires. Autrement dit, l'auteure considère que chaque type de règle d'affaires possède le même potentiel d'automatisation. Deuxièmement, la méthode développée dans la recherche de Bourgoïn (2019) ne permet pas d'ordonner (prioriser) les processus de la même classe selon leur potentiel et de leur pertinence d'automatisation avec l'ARP.

Notre recherche vise donc à concevoir une méthode qui permet aux organisations d'évaluer de manière efficace et efficiente si leurs processus se prêtent à l'automatisation à l'aide de

technologies d'ARP et de les classer en ordre de priorité. Dans le cadre de notre projet, l'efficacité caractérise la mesure de l'atteinte du but pour laquelle la méthode a été conçue (Arthana et al., 2019). L'efficacité signifie donc que notre méthode est efficace pour évaluer si nos processus d'affaires se prêtent à l'automatisation ARP. L'efficience mesure quant à elle le résultat en fonction des ressources requises. L'efficience signifie que notre méthode ne nécessite pas de compétences techniques avancées en ARP pour être exécutée. Avec cette recherche, nous contribuons à combler le manque de connaissances dans le domaine de la mise en œuvre de l'ARP. Plus précisément, nous proposons une méthode novatrice basée sur l'analyse des règles d'affaires qui gouvernent les tâches des processus afin d'évaluer s'ils se prêtent à l'ARP et ainsi aider les organisations à adopter l'ARP plus facilement en sélectionnant les processus ayant le potentiel d'être automatisé, mais aussi en sélectionnant ceux étant les plus pertinents.

La méthode développée dans ce travail se nomme “ Rule-based Robotic Process Analysis ” (RRPA). En effet, dans la mesure où la logique de décision peut être capturée par des règles d'affaires (Object Management Group (OMG), 2015), nous soutenons que différentes classes de règles d'affaires ont un potentiel d'automatisation différent pour l'ARP. L'extrait de cette méthode consiste en un score de faisabilité ainsi qu'un score de pertinence qui servent à calculer le niveau d'adaptabilité de la tâche ou du processus. Dans le reste du document, nous utiliserons le terme *d'adaptabilité ARP* pour référer au niveau auquel un processus se prête à l'ARP. Le terme de faisabilité fait référence à l'évaluation du potentiel d'automatisation d'un processus à l'aide d'une technologie ARP (c.-à-d. si le processus peut techniquement être automatisé, et ce dans quelle mesure). La pertinence correspond quant à elle à la pertinence d'automatiser un processus ou une tâche quelconque à l'aide de l'ARP (c.-à-d., s'il y a une valeur ajoutée à automatiser la tâche ou le processus).

Pour permettre de prioriser les processus, la méthode calcule un score d'adaptabilité ARP qui permet d'évaluer si un processus se prête à l'ARP en se basant sur i) l'analyse de la logique de décision (règle d'affaires) qui gouverne les tâches des processus, ii) le contexte dans lequel la règle est exécutée, et iii) la pertinence d'un point de vue économique d'automatiser le processus, tel un volume de tâches suffisant pour justifier son automatisation. Le score obtenu permettra d'ordonner les processus évalués en se basant sur des valeurs quantitatives de telle façon que

les professionnels utilisant la méthode pourront prioriser les processus à automatiser. Plus un score est élevé, plus élevée sera la priorité d'automatiser le processus.

Un premier article d'exploration ("Position Paper") intitulé '*Robotic Process Automation and Business Rules: A Perfect Match*' (auteurs : Abderrahmane Leshob, Maxime Bédard et Hafedh Mili) a fait l'objet d'une publication lors de la conférence internationale ICE-B en 2020 ("International Conference on E-Business") (Leshob *et al.*, 2020). De plus, dans le cadre d'un projet Mitacs Accélération, j'ai effectué un stage auprès de notre partenaire, Cascades Inc. Celui-ci s'est conclu récemment. Ce stage a entre autres permis d'expérimenter la méthode sur des cas réels et de documenter des processus qui nous ont été utiles lors de l'évaluation de notre méthode. Nous avons également rédigé un article qui est en cours d'évaluation dans la prestigieuse revue "Transactions on Management Information Systems" (TMIS) de "Association for Computing Machinery" (ACM). Le titre de l'article est : "A Rule-based Method to Effectively Adopt Robotic Process Automation", par Bédard *et al.* Voici la liste complète des auteurs Maxime Bédard (premier auteur), Abderrahmane Leshob, Hafedh Mili et Imen Benzarti (Laboratoire LATECE de l'Université du Québec à Montréal) et Omar Hussain Khadeer (University of New South Wales, Australie).

1.3 Approche méthodologique

Dans le domaine de la recherche en systèmes d'information (SI) et en technologies de l'information (TI), il existe deux principaux types de recherches : i) la recherche comportementale et ii) la recherche en science de la conception (Nunamaker et Briggs, 2011). Pour mener à bien ce projet de recherche, nous avons déterminé que la recherche en science de la conception serait plus adaptée. Cette approche permet de répondre à des questions liées à une problématique pertinente via la conception et le développement d'artefacts novateurs (Hevner et Chatterjee, 2010). Un artefact, dans le contexte de l'approche méthodologique en science de la conception, correspond à un construit, un modèle, une méthode ou une instantiation (Hevner *et al.*, 2004). L'artefact dans le contexte de notre recherche est une méthode.

Cette approche méthodologique comprend plusieurs activités (Johannesson et Perjons, 2014 ; Peffers *et al.*, 2007). Pour entamer la recherche, on part d'un problème ou une opportunité qui

apportera de la valeur lorsque résolu. À partir de ce problème, on définit ensuite des objectifs de recherche qui guideront notre travail et permettront de vérifier que le problème est adressé. On enchaîne ensuite avec la conception et le développement de l'artefact. Cette activité peut être divisée en plusieurs sous-activités telles que la définition des exigences de l'artefact, l'élaboration de l'architecture et la création de l'artefact. Vient ensuite la démonstration qui vise à démontrer le fonctionnement de l'artefact en l'utilisant pour résoudre une instanciation du problème. L'évaluation de l'artefact permet ensuite de mesurer les résultats obtenus lors de l'utilisation de l'artefact en les comparant avec les objectifs attendus. Finalement, la dernière activité en science de la conception est la communication de la recherche. Elle permet de diffuser les activités de recherches et toutes ses qualités à l'audience recherchée, souvent par l'entremise d'une publication scientifique (Peppers *et al.*, 2007).

1.4 Structure du document

Le chapitre en cours constitue l'introduction au projet de recherche. Le reste du document sera divisé en cinq autres chapitres. Le chapitre suivant portera sur la problématique. Dans cette partie nous définissons le problème de recherche, la question de recherche et ses sous-questions, les objectifs de la recherche ainsi que la portée de la recherche. Au troisième chapitre, nous présentons l'état de l'art en lien avec notre sujet de recherche. Le quatrième chapitre s'intitule « APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE ». C'est dans ce chapitre que nous abordons l'approche méthodologique utilisée. Le cinquième chapitre présente la phase de conception et de développement de notre méthode. Nous y présentons les propriétés de notre méthode ainsi que son fonctionnement. Nous présentons l'évaluation de notre méthode au sixième chapitre. On y présente entre autres l'approche utilisée pour évaluer la méthode ainsi que les résultats obtenus. Le septième et dernier chapitre sert de conclusion à ce travail. On y explore les futures recherches que nous souhaitons entreprendre. Vous trouverez également en annexe le questionnaire d'évaluation, la modélisation des processus d'affaires expérimentaux, la description détaillée des tâches des processus, ainsi que notre premier article publié à ICE-B (Leshob *et al.* (2020)).

1.5 Conclusion

Ce chapitre a introduit la technologie de l'ARP ainsi que le sujet de la recherche. La structure du document a ensuite été présentée. Le prochain chapitre exposera la problématique, les questions et les objectifs de la recherche.

CHAPITRE 2

PROBLÉMATIQUE, QUESTIONS ET OBJECTIFS DE RECHERCHE

Dans ce chapitre, nous formulerons la problématique de recherche. À la section 2.1, la problématique centrale de la recherche est présentée. À la section 2.2, nous élaborons la question de recherche. La section 2.3 présente les objectifs de la recherche et la section 2.4 délimite la portée de la recherche. Finalement, nous concluons ce chapitre à la section 2.5.

2.1 Présentation de la problématique

Le but de l'étape de définition de la problématique en science de la conception est d'identifier un problème pertinent méritant d'être résolu afin de combler un besoin d'affaires réel (Hevner *et al.*, 2004). Dans ce contexte, un problème peut être défini comme étant l'écart entre l'état actuel de la connaissance par rapport à l'état souhaité (Chevrier, 2003). La définition de la problématique constitue la première étape de la recherche en science de la conception (Johannesson et Perjons, 2014 ; Peffers *et al.*, 2007). Elle est l'étape la plus importante du processus, car elle sert de point de départ à la recherche. Pour identifier et définir une problématique pertinente, la base de connaissances existante sert d'intrant (Hevner *et al.*, 2004). Hevner *et al.* (2004) font référence au cycle de la complémentarité entre la science de la conception et la recherche comportementale. En effet, la recherche comportementale apporte de nouvelles connaissances qui peuvent ensuite être utilisées afin de créer des artefacts utiles permettant ainsi une utilisation concrète de ces connaissances. Inversement, les nouveaux artefacts créés peuvent être étudiés afin de découvrir la raison pour laquelle ces artefacts sont utiles et ainsi permettre de les raffiner. L'artefact sera au mieux aussi pertinent que le problème qu'il cherchait à résoudre. Autrement dit, la rigueur de l'évaluation est garante de l'utilité, de la qualité et de l'efficacité du résultat (Peffers *et al.*, 2007). D'après Hevner *et al.* (2004), la rigueur en recherche est assurée par l'application adéquate de fondements et de méthodologies déjà établis. Pour définir un problème précis, il existe plusieurs stratégies. La stratégie utilisée afin de définir notre problème a été l'analyse de la littérature existante (Johannesson et Perjons, 2014). Cette stratégie permet de mettre en lumière une problématique pertinente tirée de cas étudiés ou ayant déjà été identifiées par d'autres chercheurs.

En nous basant sur la littérature, nous avons identifié une opportunité permettant de faire avancer les connaissances dans le domaine de l'automatisation de processus d'affaires (APA). Un processus d'affaires doit respecter plusieurs critères pour se prêter à l'automatisation à l'aide de technologies ARP : i) il doit être basé sur des règles bien définies, ii) ses tâches sont effectuées par des acteurs humains de manière répétitive, et iii) les acteurs utilisent minimalement un ou plusieurs systèmes d'information pour effectuer les tâches (Aguirre et Rodriguez, 2017 ; Asatiani et Penttinen, 2016 ; Fung, 2013 ; Lacity *et al.*, 2016 ; Leshob *et al.*, 2018 ; Santos *et al.*, 2019). Pour IRPAAI (2017), l'ARP est adaptée pour les processus contenant des tâches répétitives fondées sur des règles d'affaires. Plus récemment, Da Silva Costa *et al.* (2022) ont souligné que l'expertise ARP reste limitée. Pour répondre à ce défi, nous soutenons que l'artefact développé doit être facile à utiliser. Pour bénéficier des avantages de l'ARP et obtenir des résultats optimaux, les organisations cherchent constamment à identifier les processus adaptés à l'ARP (Leshob *et al.*, 2018). Un facteur clé de succès pour la mise en œuvre de l'ARP est d'évaluer soigneusement si les processus ciblés sont adaptés à l'automatisation par l'ARP (Geyer-Klingenberg *et al.*, 2018). D'autres travaux tels que ceux de Leopold *et al.* (2018) et de Siderska (2020) mentionnent également que l'un des grands défis actuels de l'ARP est d'être en mesure de distinguer les processus qui se prêtent à l'approche ARP. Bien que l'évaluation de l'adaptabilité des processus à l'ARP joue un rôle crucial dans le succès de l'automatisation des processus, les approches existantes (p. ex., celles de Engel *et al.* (2021), de Leno *et al.* (2021) et de Leshob *et al.* (2018)) ont des limites en termes d'utilisabilité et d'implantation. En outre, les méthodes actuellement disponibles ne permettent pas aux organisations et aux professionnels d'adopter les technologies ARP ni de prioriser l'automatisation de leurs processus d'affaires en fonction d'une donnée mesurable. De plus, ces méthodes ne permettent pas de calculer l'adaptabilité des tâches ou des processus en considérant le différent potentiel des différentes règles d'affaires inhérentes aux processus à automatiser. Pourtant celles-ci sont présentes un élément essentiel dans l'analyse du potentiel d'automatisation d'un processus avec l'ARP (IRPAAI, 2017 ; Lacity et Willcocks, 2016b). Or, nous avons comme hypothèse que dans la mesure où la logique de décision peut être capturée avec des règles d'affaires (Object Management Group, 2015), les différentes classes de règles d'affaires ont un potentiel d'automatisation différent pour l'ARP (Leshob *et al.*, 2020).

À la suite de cette analyse, le problème a pu être formulé comme suit : Dans la littérature et autant que nous sachions, il n'existe actuellement aucune méthode facile à mettre en place qui permet : i) d'évaluer le degré d'adaptabilité d'un processus d'affaires avec l'ARP en se basant sur les règles d'affaires inhérentes à celui-ci, et ii) de proposer un score permettant de prioriser les processus d'affaires d'une organisation en vue de leur automatisation avec l'ARP. Comme mentionné au chapitre précédent, nous avons exploré la viabilité d'une telle approche dans l'article intitulé "Robotic Process Automation and Business Rules : A Perfect Match" (Leshob *et al.*, 2020). Le but de cette recherche est de concevoir une méthode capable d'évaluer l'adaptabilité des processus d'affaires à l'ARP et de les prioriser.

2.2 Questions de recherche

Pour bien cibler notre recherche, nous avons défini une question générale de recherche. La question de recherche permet de délimiter la portée de la recherche et d'annoncer les concepts clés qui seront traités (Fortin et Gagnon, 2016). Il est donc important de définir une question qui sera pertinente pour la suite du travail de recherche. Pour arriver à résoudre la problématique, nous devons trouver une réponse à la question suivante : Comment déterminer, à travers une méthode simple, si un processus d'affaires est adapté à l'automatisation avec l'ARP en se basant sur les règles d'affaires qui gouvernent ses tâches ?

En plus de la question générale, nous définissons des sous-questions permettant l'élaboration de l'artefact. Ces questions permettront de définir plus concrètement les exigences que l'artefact devra rencontrer.

Sous-question 1 : Quelles sont les techniques utilisées pour analyser l'adaptabilité d'un processus d'affaires à l'ARP en se basant sur les règles d'affaires?

Sous-question 2 : Comment concevoir une méthode simple et facile à utiliser par des utilisateurs n'étant pas des experts en ARP?

2.3 Objectifs de la recherche

Cette section présente les principaux objectifs de recherche. Ces objectifs ont été formulés de façon à atteindre le but fixé à la section précédente et ainsi répondre à la problématique principale identifiée précédemment.

Pour atteindre notre but, nous avons donc défini trois objectifs de recherche :

- Objectif 1 : Permettre aux organisations d'évaluer de manière efficace les processus d'affaires qui conviennent à l'ARP en se basant sur une analyse des règles d'affaires qui gouvernent leurs tâches.
- Objectif 2 : Offrir aux organisations une méthode efficace, ne nécessitant pas de compétences techniques avancées en ARP, pour évaluer les processus d'affaires adaptés à l'ARP.

2.4 Portée du projet de recherche

La portée de la recherche permet de délimiter l'étendue du travail, c'est-à-dire ce qui sera traité au cours du projet. Le but de cette recherche est de concevoir une méthode capable d'évaluer l'adaptabilité des processus d'affaires à l'ARP et de les prioriser. Pour mener à bien ce projet, une évaluation de la méthode dans un contexte empirique sera incluse. La méthode proposée se concentre exclusivement sur l'étape d'analyse. Elle ne vise pas à guider les organisations dans les autres étapes d'implantation de la technologie. Nous soutenons que l'ARP est une technologie qui supporte exclusivement les tâches utilisateurs² qui sont basées sur des règles d'affaires. Par conséquent la recherche se limitera exclusivement à ce type de tâches. Pour ce travail, nous nous concentrerons seulement sur les tâches ne requérant pas de capacités cognitives élevées. Nous soutenons toutefois que l'ARP 4.0 (ARP cognitive) pourra traiter ce type de tâches avec l'aide de l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique et le traitement automatique du langage naturel.

² BPMN définit le type « tâche utilisateur » comme étant une tâche d'un flux de travail où un interprète humain exécute la tâche avec l'aide d'une application logicielle. (Object Management Group (OMG), 2011)

2.5 Conclusion

Dans ce chapitre, la problématique, les objectifs ainsi que les questions de recherche ont été formulés, ce qui consiste à la première étape en science de la conception. De plus, la portée de la recherche a été présentée. Le prochain chapitre sera dédié à l'état de l'art, où nous aborderons les concepts clés de ce travail.

CHAPITRE 3

ÉTAT DE L'ART

Dans ce chapitre, nous présentons l'état de l'art des concepts étudiés afin de soutenir notre recherche. Le but de la revue de littérature est de constater le niveau de connaissances actuel dans la littérature et d'orienter la recherche pour combler une lacune existante (Paré *et al.*, 2013). La réalisation de cet état de l'art permet donc de positionner notre recherche dans la littérature scientifique. En outre, nous développerons sur les différentes approches d'APA incluant la gestion des processus d'affaires (GPA) et l'ARP. Nous aborderons aussi les différentes classifications de règles d'affaires existantes dans la littérature.

La section 3.1 présente GPA considérée comme étant une alternative d'APA. À la section 3.2, nous présentons une description détaillée de l'ARP. La section 3.3 aborde exclusivement le concept des règles d'affaires. Ce chapitre se termine avec une brève conclusion à la section 3.4.

3.1 L'approche de Gestion des Processus d'Affaires

Cette section permet de mettre en contraste l'ARP avec une autre approche d'automatisation de processus d'affaires que l'on appelle GPA. On y décrit son fonctionnement et ses contraintes.

L'approche GPA ("*Business Process Management*" ou BPM en anglais) permet d'améliorer la performance des processus d'affaires en utilisant un éventail de méthodes, de techniques et de logiciels (Object Management Group, 2012). Cette approche vise à optimiser l'efficacité du travail en améliorant les processus d'affaires des organisations (IIBA, 2015). Elle permet entre autres de réduire les délais de mise en œuvre, d'augmenter la connaissance des processus, réduire les goulots d'étranglement, saisir les opportunités d'amélioration d'un processus, établir une meilleure définition des rôles et responsabilités au sein de l'organisation, et elle facilite la prévention de la fraude ainsi que l'évaluation de la conformité de l'organisation (Ko, 2009).

Dans la littérature, plusieurs travaux ont fait appel à la notion de GPA pour la comparer à l'ARP. L'approche GPA est décrite comme étant mieux adaptée pour les processus qui sont gérés par les TI, par exemple les systèmes d'enregistrement, les logiciels de gestion intégrée (PGI) ou les

logiciels de gestion de la relation client (Lacity et Willcocks, 2016b). De plus, GPA semble mieux adapté aux processus requérant une grande expertise TI et qui nécessitent de grands investissements (Santos *et al.*, 2019). Cela peut s'expliquer par le fait que l'approche GPA applique la réingénierie des processus pour les optimiser et résulte souvent par la suite en l'intégration de nouveaux logiciels. C'est une technologie qui s'intègre à la couche métier et est donc considérée comme une technologie "heavyweight" (Kyheröinen, 2018). GPA utilise des Systèmes de Gestion des Processus d'affaires (SGPA ; "*Business Process Management system*" ou BPMS en anglais). Ce sont les outils qui permettent d'automatiser des flux d'affaires en intégrant les différents systèmes (ABPMP, 2009).

3.2 Automatisation robotisée de Processus

L'automatisation robotisée de processus ("*Robotic Process Automation*" ou RPA en anglais) fait partie des technologies utilisées pour automatiser les processus d'affaires en entreprise. C'est aussi le cœur de notre recherche. La section-section 3.2.1 présente une introduction à l'ARP. La sous-section 3.2.2 présente l'état de l'art sur les critères d'automatisation qui permettent de déterminer si un processus se prête à l'ARP. Finalement, les domaines d'application d'ARP sont présentés dans la sous-section 3.2.3.

3.2.1 Introduction à l'ARP

Selon l' " Institute of Robotic Process Automation & AI " (IRPAAI, 2018), l'ARP est une technologie émergente qui permet d'automatiser les processus d'affaires ayant des tâches manuelles, répétitives et sujettes aux erreurs humaines. Cette technologie utilise des logiciels décrits comme des « robots » pour effectuer ces tâches de façon précise et rapide. Dans ce contexte, un robot équivaut à une licence de logiciel. Ces logiciels robots sont préconfigurés afin d'exécuter des tâches de façon chorégraphiée en suivant des règles d'affaires bien définies. Cette chorégraphie est exécutée par le robot en utilisant les applications existantes dans l'écosystème SI (Hofmann *et al.*, 2020). Contrairement à la GPA, il a été démontré entre autres dans l'étude de Forrester (Le Clair *et al.*, 2017) que l'ARP permet un retour sur investissement (ROI) rapide, ce qui rend la technologie attrayante pour les organisations.

i) Spécificité de l'ARP

Pour Lacity et Willcocks (2016), les technologies GPA et ARP se différencient par deux aspects principaux : i) l'ARP ne nécessite pas de compétences en programmation et ii) l'ARP est une « technologie légère » (“lightweight IT”), donc non invasive qui s'intègre facilement à l'écosystème TI déjà en place, sans nouveaux investissements majeurs. Ces caractéristiques font en sorte que des employés des unités d'affaires n'ayant pas nécessairement d'expérience en développement de logiciel seraient en mesure d'apprendre à automatiser un processus en peu de temps, et aussi d'apprendre à les maintenir (Noppen *et al.*, 2020). Les processus n'ont pas nécessairement besoin d'être redéfinis et la technologie utilise les applications existantes sans accéder aux couches applicatives ou de données.

Contrairement aux approches traditionnelles d'APA, les logiciels robots interagissent directement sur les SI existants via l'interface utilisateur graphique. Par conséquent, l'implantation d'une technologie ARP ne nécessite pas d'investissement majeur dans l'infrastructure TI (Aguirre et Rodriguez, 2017). De plus, sa mise en œuvre est très rapide, 2 à 4 semaines suffisent normalement (Anagnoste, 2018b). Cela permet donc d'avoir des incréments de valeurs rapidement (Asatiani et Penttinen, 2016). L'utilisation de l'ARP ne nécessite pas d'interface de programmation d'application (Lacity *et al.*, 2016); toutefois si la couche de présentation est modifiée, les robots peuvent nécessiter une reconfiguration, ce qui peut être encombrant et coûteux lors d'un déploiement à grande échelle (Santos *et al.*, 2019).

ii) Bénéfices et avantages de l'ARP

Les organisations qui implantent l'ARP obtiennent divers bénéfices et avantages. Plusieurs auteurs s'entendent que les principaux avantages sont : i) la réduction des coûts, ii) l'amélioration de la productivité, iii) la réduction du nombre d'erreurs, et iv) une meilleure flexibilité de service (Aguirre et Rodriguez, 2017 ; Kroll *et al.*, 2016 ; Lacity et Willcocks, 2016a, 2016b ; Santos *et al.*, 2019). Premièrement, les coûts d'une licence d'un robot logiciel représentent qu'une fraction du coût d'un employé équivalent temps plein (EETP) (Slaby, 2012 ; Willcocks *et al.*, 2015b).

Selon une étude de cas effectuée par la firme Capgemini Consulting³, l'automatisation robotisée coûte 1/5 du salaire d'un employé EETP et 1/3 du salaire d'un employé outremer (Kroll *et al.*, 2016). Pour Anagnoste (2018), l'ARP permet de réduire les coûts d'entrée de 70%, car les robots sont disponibles 24/7. Un deuxième bénéfice observable est l'augmentation de la productivité des entreprises. Selon Aguirre et Rodriguez (2017b), un robot logiciel ne travaille pas significativement plus rapidement qu'un humain. Certains employés connaissent si bien le processus qu'ils arrivent dans certains cas à l'effectuer plus rapidement que le robot. Pour cette raison, le gain de temps observé pour l'exécution d'une instance du processus est en moyenne seulement de deux pourcents (Aguirre et Rodriguez, 2017). Le robot de l'ARP traite tout de même plus de cas qu'un humain dans une même période de temps. Cela est dû au fait qu'un robot peut prendre en charge plusieurs cas à la fois tout en évitant les pauses et les arrêts (Aguirre et Rodriguez, 2017). En effet, contrairement aux humains, les robots peuvent travailler sans arrêt sur un cycle de 24 heures complet et pendant les jours fériés (Kroll *et al.*, 2016 ; Lacity et Willcocks, 2016a). La prise en charge de ces processus par un agent virtuel permet aux employés humains de se concentrer sur des tâches à plus grande valeur ajoutée, nécessitant de la créativité et une capacité de résolution de problèmes (Asatiani et Penttinen, 2016). Troisièmement, la qualité du travail des robots est constante et moins sujette à l'erreur que les humains. Les robots exécutent une chorégraphie préconfigurée et basée sur des règles. Ils ne se fatiguent pas, ne s'ennuient pas et ne ressentent pas la faim comme les humains (Fung, 2013 ; Lacity et Willcocks, 2016b) ce qui permet une plus grande prédictibilité. Finalement, l'ARP offre une meilleure flexibilité et modularité en permettant d'activer ou désactiver les robots en fonction de la demande. En s'adaptant à la demande, la qualité du service à la clientèle se voit augmentée. La continuité du service permet aussi d'élargir son offre afin de desservir des régions situées sur d'autres fuseaux horaires (Lacity et Willcocks, 2016b). Il y a toutefois plusieurs limitations à l'ARP. Dans certaines situations, il vaut mieux considérer d'autres techniques d'automatisation. Par exemple, les processus qui changent régulièrement ou ayant des règles d'affaires qui sont mises à jour occasionnellement ne seraient pas des candidats idéaux pour l'ARP, car l'automatisation repose sur la stabilité de l'environnement (systèmes, règles d'affaires, etc.) (Asatiani et Penttinen, 2016). Il faut aussi rappeler que les robots sont programmés pour effectuer une routine. Ainsi, les processus qui contiennent plusieurs cas d'exceptions pourraient générer

³ <https://www.capgemini.com/our-company/>

des erreurs (Syed *et al.*, 2020). De plus, l'ARP n'est pas aussi performante qu'une solution d'automatisation du système pour traiter un nombre de transactions élevé (Penttinen *et al.*, 2018).

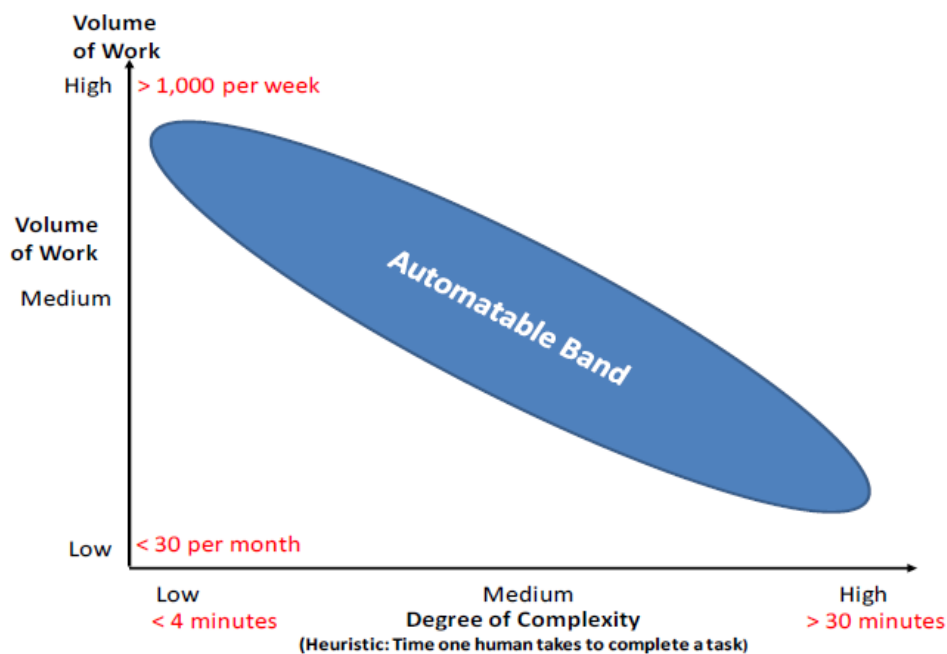
3.2.2 Critères d'automatisation

L'ARP ne convient pas à tous les processus et plusieurs critères doivent être respectés pour qu'un processus se prête à l'ARP (Aguirre et Rodriguez, 2017). L'ARP supporte les processus où les humains agissent comme intermédiaires entre des systèmes (van der Aalst *et al.*, 2018). Dans le cadre de notre recherche, nous avons exploré la littérature afin d'identifier les critères qui permettent de déterminer si un processus d'affaires peut être automatisé avec l'ARP.

Dans la littérature, on trouve que l'ARP est appropriée lorsque : i) le processus est mature, ii) le volume de transactions est élevé et iii) les règles d'affaires du processus sont bien définies (Lacity *et al.*, 2016 ; Willcocks *et al.*, 2015a, 2017). Selon (Aguirre et Rodriguez, 2017 ; Asatiani et Penttinen, 2016 ; Fung, 2013 ; Lacity *et al.*, 2016), un processus d'affaires est adapté à l'ARP lorsqu'il est hautement standardisé, basé sur des règles, réalisé manuellement par des humains de manière répétitive et nécessite l'accès à plusieurs systèmes ou applications informatiques.

Lacity et Willcocks (2016b) identifient le volume de transactions ainsi que le degré de complexité d'un processus comme étant les critères déterminant son potentiel d'automatisation. En faisant la relation entre ces deux critères, les auteurs ont créé un graphique qui constitue ce qu'ils ont nommé la bande automatisable. Celle-ci représente la zone où les processus sont considérés comme automatisables grâce aux technologies ARP en fonction du volume et de la complexité d'une tâche. En analysant la Figure 3.1, on observe que les processus les mieux adaptés sont ceux qui se situent dans la zone entre les tâches ayant un faible niveau de complexité et un grand volume de transaction ou encore ayant un niveau de complexité élevé, mais un faible niveau de transaction.

Figure 3.1 - Graphique représentant la bande automatisable de processus à l'aide d'ARP



Source : Lacity et Willcocks (2016b). Robotic Process Automation at Telefónica O2. *MIS Quarterly Executive*, volume 15 (1), p. 31.

En plus de ces caractéristiques, Asatiani et Penttinen (2016a) et Fung (2013) ont proposé un ensemble de critères plus complet pour identifier les processus qui conviennent à l'ARP, tels que de faibles exigences cognitives, une propension élevée à l'erreur humaine et un nombre limité d'exceptions. Pour Lowers *et al.* (2016), l'ARP convient aux processus standardisés et répétitifs qui suivent des règles d'affaires bien définies, qui consomment une quantité importante de temps et qui nécessitent une interaction manuelle avec au moins une interface d'un système. Le Tableau 3.1 fait une synthèse des critères qui déterminent si un processus d'affaires se porte à l'ARP tel que défini dans la littérature.

Tableau 3.1 Critères d'automatisation

Critères	Description
Volume de transactions	Les tâches du processus sont effectuées de manière répétitive et fréquemment.
Accessibilité à de multiples SI	Le processus est réalisé par un humain à l'aide d'un système ou de plusieurs systèmes d'information.
Environnement stable	Le processus est dans un environnement stable dans lequel il y a peu de changements.
Faible exigence cognitive	Le processus ne demande pas de créativité ou d'efforts d'interprétation.
Décomposable en règle claires	Les tâches du processus sont décomposables en règles qui sont claires et bien définies.
Propension à l'erreur humaine	Les humains sont susceptibles de commettre des erreurs dans l'exécution des tâches du processus.
Rare cas d'exception	Il n'y a pas ou peu de scénarios exceptionnels pour ce processus.
Connaissance des coûts d'opération manuels	L'organisation possède l'information pour comparer le coût actuel et le coût à la suite de l'automatisation afin de connaître le retour sur investissement.

Source : Adaptation de Fung (2013) & Slaby (2012), tel que cité par Asatiani et Penttinen (2016).

Turning Robotic Process Automation into Commercial Success - Case OpusCapita. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, volume 6 (2), p. 69.

Il est intéressant de noter que Madakam *et al.* (2019) suggèrent que l'ARP convienne à des industries de processus spécifiques. Ces processus comprennent les comptes à payer (fournisseur) et à recevoir (client), le traitement des factures, la commande, la paie, l'embauche, le service client, l'activation de cartes, le traitement des réclamations et certains processus spécifiques des domaines bancaires et de l'assurance. L'ARP repose sur des tâches très structurées que l'on peut

retrouver en grande quantité dans les fonctions finances, approvisionnement et ressources humaines (Aguirre et Rodriguez, 2017). Parmi les autres secteurs énoncés dans la littérature, on retrouve le domaine de la santé, les services d'externalisation, la vente au détail, les télécommunications, le secteur énergétique, les services publics et l'immobilier (Aguirre et Rodriguez, 2017). Toutefois, l'état de l'art d'Enriquez *et al.*(2020) révèle que les trois industries les plus étudiées pour l'application d'ARP sont : la sous-traitance de processus d'affaires, la finance et la santé.

Plusieurs articles prévoient que les technologies émergentes telles que l'intelligence artificielle (IA) pousseront les limites de l'ARP encore plus loin en permettant aux robots d'accomplir des tâches complexes et demandant un niveau de cognition élevé (par exemple, le traitement de données non structurées) (Madakam *et al.*, 2019). Pour Hofmann *et al.* (2020), les technologies d'IA permettront aux spécialistes de l'ARP de concevoir des robots intelligents capables d'exécuter leurs propres configurations et de développer de nouveaux robots en fonction de leur expérience.

3.2.3 Méthodes d'identification de processus adaptés à l'ARP

Plusieurs travaux de recherche ont proposé d'identifier les processus adaptés à l'ARP en utilisant des approches basées sur des règles. Dans Leshob *et al.* (2018), les auteurs ont proposé une méthode qui analyse les processus d'affaires et les classent de « Non Adapté » à « Fortement Adapté » en utilisant un quadrant ARP. La classification est basée sur : i) la maturité et la standardisation du processus, ii) les règles d'affaires qui régissent les activités du processus, iii) l'utilisation d'interfaces avec une application logicielle, iv) le volume de transactions et v) le niveau de complexité du processus (Leshob *et al.*, 2018).

Dans un travail plus récent, Leshob *et al.* (2020) ont proposé de classer les règles d'affaires et d'attribuer un poids d'automatisation ARP à chaque classe de règles. Les auteurs ont évalué la faisabilité de l'automatisation ARP d'une tâche d'un processus en fonction du poids des classes de règles d'affaires sous-jacentes aux tâches. Pour ce faire, le poids est calculé en fonction de critères ARP définis tels que des règles bien définies et des interactions bien spécifiées utilisant des applications logicielles. Cette approche semblait applicable sur des exemples simplifiés, mais

s'est révélée inapplicable avec des processus d'affaires réels. En effet, certains critères ARP dépendent du contexte d'exécution des règles d'affaires (p. ex., l'utilisation de données structurées, la stabilité du système, etc.). Pour résoudre ce problème, une solution consiste à concevoir un modèle de classification de règles qui prend en compte plusieurs variantes (sous-classes) (p. ex., règle de production avec des données structurées, règle de production avec des données non structurées, etc.). Cette solution conduira à un modèle hiérarchique de règles complexe et approfondi. Ce travail de recherche propose de résoudre cette limite en calculant un score d'automatisation basé sur la « mécanique » de la tâche utilisateur et son contenu décisionnel; ce dernier étant plus complexe à évaluer. L'objectif de cette recherche est également de concevoir une méthode utilisable, facile à mettre en œuvre et à exécuter sans avoir à devenir un spécialiste de l'automatisation des processus d'affaires.

Plusieurs travaux de recherche ont proposé d'identifier les processus adaptés à l'automatisation par ARP en utilisant la méthode de "Process Mining". Dans Leno *et al.* (2021), les auteurs proposent une méthode appelée "Robotic Process Mining" (RPM). Pour arriver à identifier et à classer les processus candidats, RPM utilise les journaux d'interfaces utilisateurs qui enregistrent les interactions entre les acteurs humains et les applications pour 1) systématiquement collecter les processus, 2) identifier et classer les processus candidats en fonction de la pertinence de l'utilisation d'ARP, et 3) capturer les spécifications des processus candidats de manière à faciliter leur traduction en scripts ARP. Les auteurs distinguent deux types de processus pouvant être extraits des journaux d'interface utilisateur : 1) les processus entièrement déterministes et 2) les processus partiellement déterministes. Les processus déterministes peuvent être entièrement automatisés sans aucune assistance humaine, tandis que les processus partiellement déterministes nécessitent l'intervention d'un humain pour exécuter certaines tâches du processus.

Rybinski et Schüler (2022) proposent également l'utilisation de techniques de "Process Mining" pour capter les interactions utilisateurs pertinentes dans le contexte de l'ARP. Pour ce faire, des méthodes de "Process Discovery" sont utilisées afin de recueillir des connaissances sur les interactions utilisateurs individuelles. La technique de découverte génère des diagrammes de flux adaptés à l'automatisation à l'aide de l'ARP.

Cabello et al. (2020) proposent une approche hybride robot-humain. Pour ces auteurs, il est important de tenir compte du volume de transactions et du niveau de cognition nécessaire pour effectuer la tâche. Ils affirment que les processus ayant un faible volume de transactions et nécessitant un fort niveau de cognition devraient être automatisés de manière hybride, c'est-à-dire que l'humain assiste le robot logiciel pour certaines tâches. A contrario, les processus ayant un volume de transactions élevé et nécessitant peu de cognition sont plus appropriés pour une automatisation complète. Les auteurs notent également que l'extraction de processus est une approche efficace pour l'identification de processus se prêtant à l'automatisation hybride. Ils proposent également le "Process Mining" comme approche pour identifier les processus et les tâches se prêtant à l'approche hybride proposée.

Bien que ces méthodes de "Process Mining" donnent de bons résultats, il y a plusieurs défis à relever tels que la sélection des actions pertinentes à enregistrer, la filtration des événements qui ne sont pas liés au processus et l'identification des routines candidates pouvant être automatisées (Leno *et al.*, 2021).

3.3 Les règles d'affaires

L'ARP repose sur les règles d'affaires qui sont inhérentes aux tâches d'un processus (IRPAAI, 2017). Dans cette section, nous présentons les règles d'affaires et leur classification dans un contexte d'automatisation.

3.3.1 Les différentes classifications de règles d'affaires

Pour Graml, Bracht et Spies (2007), une règle d'affaires se définit différemment selon la perspective avec laquelle on l'aborde : du point de vue d'affaires, une règle est une directive, destinée à gouverner, guider ou influencer le comportement de l'organisation, ii) d'un point de vue informatique, la règle d'affaires est définie comme un fragment de logique d'affaires atomique et réutilisable spécifié de manière déclarative. Ce sont les unités d'affaires qui créent, gèrent et adoptent les règles d'affaires pour répondre à des obligations gouvernementales, légales, ou tout simplement pour assurer un standard dans la création de valeur (Object Management Group, 2019).

Beaucoup d'efforts de recherche ont été mis afin de proposer des classes de règles d'affaires en fonction de leur niveau d'application (c.-à-d., ligne directrice versus obligatoire), de leur portée (p. ex. : données versus comportement) et d'autres critères (Boyer et Mili, 2011 ; Hay et Healy, 2000 ; Steinke et Nickolette, 2003 ; van Eijndhoven *et al.*, 2008 ; Wagner, 2005). Selon Alberth et Mattern (2017), la logique de décision inhérente aux tâches utilisateurs est principalement fondée sur des règles d'affaires.

Hay et Healy (2000) ont proposé trois classes de règles d'affaires: l'assertion structurelle, l'assertion d'action et la dérivation. Une assertion structurelle est une déclaration qui exprime un aspect structurel d'une organisation. Une assertion d'action représente une contrainte ou une condition qui limite ou contrôle les actions. Une dérivation est une déclaration de connaissance qui est dérivée d'autres connaissances (Hay et Healy, 2000).

Pour Steinke et Nickolette (2003), les règles d'affaires peuvent être séparées en quatre grandes classes : i) inférence, ii) définition, iii) lignes directrices, et iv) mandat. Les règles d'inférence sont des règles qui créent de nouveaux faits dérivés ou de nouvelles valeurs à partir d'autres faits/valeurs. Les définitions incluent tous les termes qui sont spécifiques à l'organisation. Les lignes directrices représentent des règles qui n'ont pas un degré d'application stricte, c'est-à-dire que ce sont des règles qui peuvent ou non s'appliquer selon le contexte. Les règles de type mandat sont des actions qui sont systématiquement appliquées, et ce dans toutes les circonstances.

Pour leur part van Eijndhoven *et al.* (2008) proposent deux catégories distinctes de règles d'affaires. La première catégorie représente les contraintes. Ces dernières imposent des limites à la structure, au comportement et à l'information. En deuxième lieu, il y a les règles qui influencent les processus. Ces règles incluent les dérivations et les règles d'action. Les dérivations utilisent la déduction ou le calcul pour édicter l'information d'un processus. Les règles d'action sont des règles qui testent une condition, puis déclenchent une action en conséquence du résultat.

Wagner (2005) distingue cinq classes de règles d'affaires : i) les règles d'intégrité, ii) les dérivations, iii) les règles de réaction, iv) les règles de production, et v) les règles de

transformation. Les règles d'intégrité expriment des contraintes liées aux données. Les dérivations créent des faits dérivés à partir d'autres faits connus. Les règles de réaction initient des actions lorsqu'une condition est vérifiée à la suite du déclenchement d'un événement. Comme les règles de réaction, les règles de production exécutent des actions lorsqu'une condition est vérifiée, mais contrairement à celles-ci, les règles de production (règles condition-action) ne dépendent pas du déclenchement d'un événement afin de vérifier la condition. Finalement, les règles de transformation permettent ou restreignent la modification d'objets d'un système.

Pour Ezekiel *et al.* (2018), il existe quatre catégories de règles de flux de travail : 1) les règles d'initiation, 2) les règles d'exécution, 3) les règles de terminaison et 4) les règles de données. Les règles d'initiation sont composées de conditions ou d'événements qui déclenchent un processus. Les règles d'exécution contiennent quant à elle deux sous-catégories distinctes. La première catégorie représente les règles de processus et la deuxième représente les règles de flux. Les règles de processus décrivent les événements qui se produisent durant l'exécution d'un flux de travail. Cette classe de règles peut être temporelle (p. ex. : le flux peut être mis sur pause si un événement quelconque survient). Les règles de flux de travail gèrent le flux du processus (p. ex. : la direction que prendra le processus à la rencontre d'une passerelle, au sens BPMN (Object Management Group, 2011)). Les règles de terminaison assurent la complétion de toutes les tâches du processus (p. ex. : terminer le processus à la réception du paiement). Les règles de données maintiennent l'intégrité du processus en assurant la conformité des intrants et des extrants en termes de données (p. ex. : l'ensemble de données légales).

Cette revue de littérature met en évidence que plusieurs travaux ont proposé diverses classifications de règles d'affaires. Certaines classes apparaissent sous des noms différents. Par conséquent, nous avons regroupé les classes de règles partageant des définitions similaires sous un seul nom. Le Tableau 3.2 résume les classes de règles qui serviront de base à notre classification de règles ARP.

Tableau 3.2 Sommaire des classes de règles d'affaires retenues

Groupe	Règles d'affaires
Règles de Production	Règles de Production, Mandats, Règles d'Action (Steinke et Nickolette, 2003 ; van Eijndhoven <i>et al.</i> , 2008 ; Wagner, 2005)
Règles d'Évènement-Condition-Action	Règles d'Évènement-Condition-Action, Règles de Réaction (van Eijndhoven <i>et al.</i> , 2008 ; Wagner, 2005)
Règles de Contrainte	Règles de Contrainte, Règles d'Intégrité, Règles d'action (Ezekiel <i>et al.</i> , 2019 ; Hay et Healy, 2000 ; van Eijndhoven <i>et al.</i> , 2008 ; Wagner, 2005)
Règles d'Inférence	Règles d'Inférence, Règles de Dérivation 16,39,41,44 (Hay et Healy, 2000 ; Steinke et Nickolette, 2003 ; van Eijndhoven <i>et al.</i> , 2008 ; Wagner, 2005)
Lignes Directrices	Lignes Directrices (Steinke et Nickolette, 2003)
Règles de Flux de Travail	Règles d'Initiation, Règles d'Exécution, Règles de Terminaison (Ezekiel <i>et al.</i> , 2019)

3.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons introduit les concepts qui seront abordés dans ce projet de recherche. Le prochain chapitre abordera l'approche méthodologique qui sera employée.

CHAPITRE 4

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

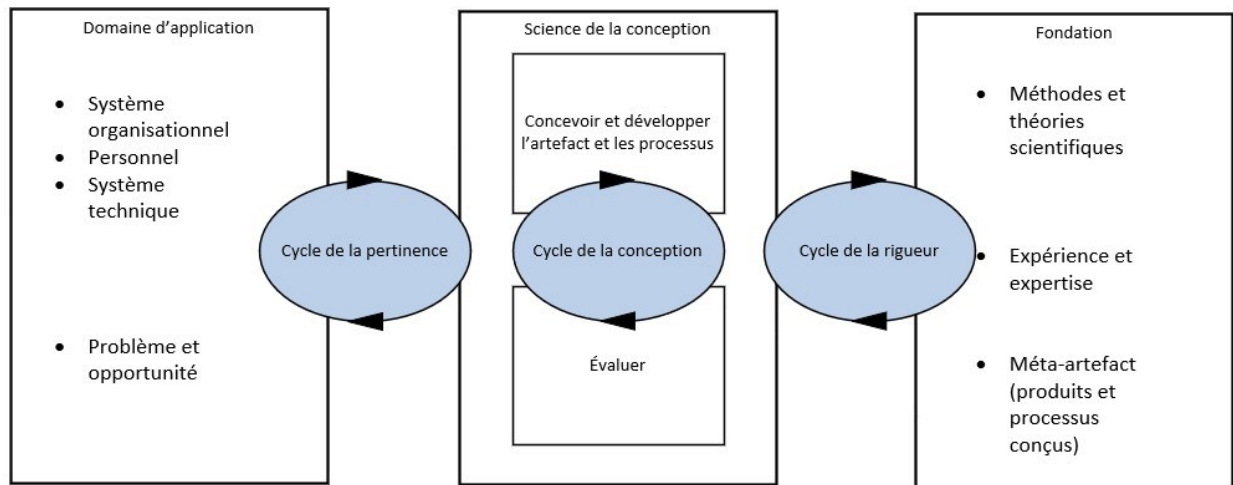
Dans ce chapitre, nous décrivons l'approche méthodologique utilisée pour développer, concevoir et évaluer notre artefact (la méthode « RRPA »). Pour ce faire, nous ferons une brève présentation de l'approche en science de la conception à la section 4.1. Nous enchaînons à la section 4.2 avec la présentation de chaque activité de l'approche méthodologique. Nous concluons ce chapitre à la section 4.3.

4.1 Présentation de l'approche méthodologique

Comme mentionné en introduction, nous avons utilisé l'approche méthodologique en science de la conception. Cette approche permet de répondre à des questions liées à une problématique via la conception et le développement d'artefacts novateurs (Hevner et Chatterjee, 2010). Un artefact, dans le contexte de l'approche méthodologique en science de la conception, correspond à un construit, un modèle, une méthode ou une instantiation (Hevner *et al.*, 2004). La science de la conception est de plus en plus utilisée pour la recherche dans le domaine des TI, car elle est plus adaptée que les approches classiques provenant des sciences sociales (Peppers *et al.*, 2007). Hevner *et al.* (2004) spécifient que les questions qui devraient alimenter la recherche sont : « quelle est l'utilité du nouvel artefact et qu'est-ce qui démontre cette utilité? ». Afin de prouver l'utilité de l'artefact, la réponse à ces questions doit démontrer qu'il est présentement inexistant, qu'il permet de résoudre le problème et qu'il peut être évalué, c'est-à-dire que son utilité peut être démontrée (Hevner *et al.*, 2004).

Un aspect clé de la recherche en science de la conception réside dans la rigueur du processus de recherche et de conception. Pour ce faire, Hevner (2007) décrit trois cycles : i) le cycle de la pertinence, ii) le cycle de la conception et iii) le cycle de la rigueur (voir la Figure 4.1). Le cycle de la pertinence se trouve à gauche du modèle. Le cycle de la conception se retrouve au centre du modèle. Le cycle de la rigueur se retrouve à droite du modèle. Les trois cycles sont supportés par l'intégralité des activités du paradigme.

Figure 4.1 Les trois cycles de la science de la conception



Source : Hevner (2007). A Three Cycle View of Design Science Research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, p. 88.

- i) Le cycle de la pertinence consiste à fournir le contexte de la recherche à l'aide du problème et de critères d'acceptation qui seront utiles pour évaluer la méthode (Hevner, 2007). Il permet initialement de fixer les limites du projet et le besoin dans son contexte. Une fois l'artefact créé, il est retourné dans l'environnement où la problématique a été décelée pour y être évalué (Hevner, 2007). Le résultat de cette évaluation permet de déterminer si une itération supplémentaire est nécessaire pour répondre aux critères d'acceptation (Hevner, 2007).
- ii) Le cycle de conception contient les activités de recherche de l'approche de science de la conception. C'est le cycle central de la recherche qui dépend des cycles de la pertinence et de la rigueur (Hevner, 2007). Le cycle de conception doit toujours tenir compte de l'état de l'art (rigueur) et du terrain (pertinence). Le développement de l'artefact se fait donc de manière itérative, c'est-à-dire qu'il doit être évalué dans des situations contrôlées, puis raffiné jusqu'à ce qu'on atteigne un résultat satisfaisant avant de faire son évaluation dans un contexte organisationnel. Cette étape permet de

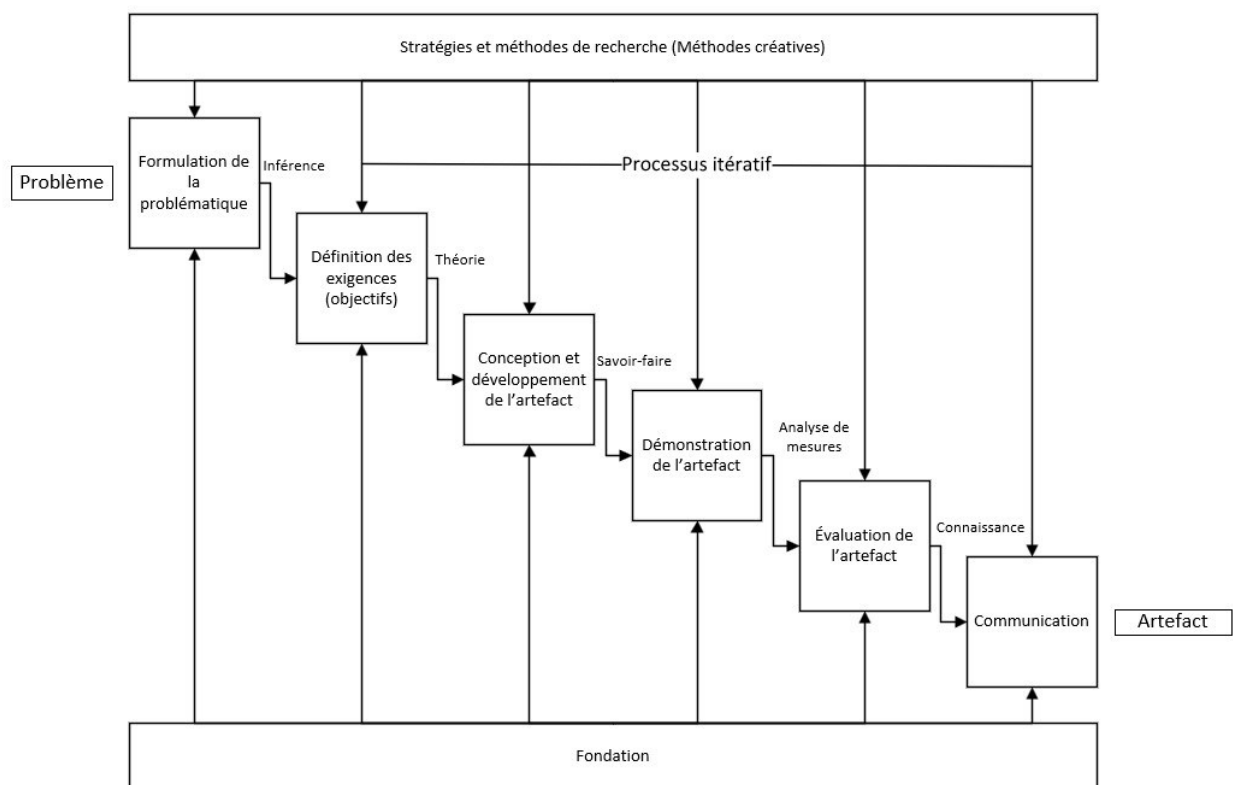
s'assurer de répondre aux exigences des deux autres cycles en matière de rigueur et de pertinence.

- iii) Le cycle de la rigueur fait référence au domaine de connaissances (fondation). Il permet de vérifier que l'artefact développé est effectivement innovant en se basant sur les théories, les artefacts, et l'expertise existante dans la littérature du domaine des SI (Hevner, 2007). Le but de cette validation est d'assurer une croissance de la base de connaissances en améliorant un artefact ou une théorie, ou en y ajoutant l'expérience acquise au cours de l'évaluation de l'artefact (Hevner, 2007).

4.2 Activités de l'approche méthodologique

L'approche en science de la conception consiste à compléter six activités principales, soit la formulation du problème, la définition des objectifs de recherches, la conception et le développement de l'artefact, la démonstration de l'artefact, l'évaluation de l'artefact et la communication de la recherche (Peffer *et al.*, 2007). Johannesson et Perjons (2014), décrivent des activités de recherche similaires en remplaçant toutefois l'activité de définition des objectifs de recherche par la définition des exigences. De plus, ils n'incluent pas l'activité de communication de la recherche. Nous avons inséré la Figure 4.2 représentant les six activités de Johannesson et Perjons (2014) et Peffer *et al.* (2007).

Figure 4.2 Les six principales activités en science de conception



Source : Adapté de Johannesson et Perjons (2014). *An Introduction to Design Science*. Springer International Publishing, p. 82 & Peffers *et al.* (2007). *A Design Research Methodology for Information Systems Research*. *Journal of Management Information Systems*, p. 54.

4.2.1 Formulation de la problématique

La formulation de la problématique est la première étape et permet de cibler un problème (ou une opportunité) de recherche pertinente pour faire avancer le domaine de connaissances. Nous avons présenté et étayé l'étape de la formulation du problème de notre recherche au CHAPITRE 2 de ce document.

4.2.2 Définition des exigences (objectifs)

La deuxième activité de l'approche en science de la conception vise à définir les exigences de l'artefact. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur le problème précédemment identifié afin de définir des objectifs. Ces objectifs sont ensuite traduits en exigences pour l'artefact à développer (Johannesson et Perjons, 2014). Ces exigences peuvent être fonctionnelles ou non fonctionnelles.

Nous avons établi les objectifs au CHAPITRE 2 en nous basant sur la problématique identifiée. Le but de cette recherche est de concevoir une méthode capable d'évaluer l'adaptabilité des processus d'affaires à l'ARP et de les prioriser. Pour atteindre ce but, la solution devra permettre aux organisations d'évaluer de manière efficace les processus d'affaires qui conviennent à l'ARP, et ce, sans nécessiter de compétences techniques avancées en ARP pour évaluer les processus d'affaires adaptés à l'ARP.

4.2.3 Conception et développement de l'artefact

La conception et le développement de l'artefact consistent à créer un artefact pour résoudre un problème préalablement identifié (Hevner *et al.*, 2004). Dans ce cas-ci, il est impératif que la méthode réponde aux objectifs définis au CHAPITRE 2 afin de résoudre le problème. Pour Johannesson et Perjons (2014), la conception et le développement d'un artefact nécessitent quatre sous-activités : générer des idées de conception, évaluer les idées générées, développer la méthode de façon itérative, et justifier l'aboutissement de la méthode. Pour générer des idées, le concepteur doit adopter une pensée divergente lors de l'exploration afin de générer une variété de solutions, pour ensuite adopter une pensée convergente dans le but de réduire la quantité de solutions possibles et ainsi arriver à identifier la solution la plus pertinente (Renard et Cloutier, 2018). Cette technique permet de laisser libre cours à la créativité lors de l'exploration de solutions avant de faire une sélection rigoureuse de l'artefact à développer. À la suite de cette étape, la solution est traduite en méthode qui sera développée de manière itérative en suivant le cycle de conception de Hevner (2007).

4.2.4 Démonstration de l'artefact

La quatrième tâche de la recherche en science de la conception est la démonstration (Johannesson et Perjons, 2014). Parfois appelée preuve de concept, la démonstration de l'artefact permet de démontrer l'applicabilité de la méthode sur un cas réel qui prouve l'adéquation de l'artefact comme solution au problème (Johannesson et Perjons, 2014).

Afin de démontrer l'applicabilité de notre méthode, nous avons appliqué la méthode RRPA sur un processus d'affaires générique de comptes à payer (fournisseur). Au CHAPITRE 5, nous utilisons ce processus pour démontrer chaque étape de notre méthode.

4.2.5 Évaluation de l'artefact

L'évaluation de l'artefact permet de valider les résultats atteints par celui-ci avant de les publier afin d'être évalués par des pairs (Johannesson et Perjons, 2014). L'évaluation constitue la cinquième et dernière tâche de la recherche en science de la conception (Johannesson et Perjons, 2014). Elle est une étape importante de la recherche au niveau de la crédibilité des résultats auprès de la communauté scientifique. Le but principal de l'évaluation est de mesurer la capacité de l'artefact à résoudre le problème initialement identifié (Johannesson et Perjons, 2014).

Pour l'évaluation de la méthode RRPA, nous appliquons la méthode sur une série de processus d'affaires. Nous demandons ensuite l'avis d'experts sur les résultats obtenus par l'application de notre méthode sur ces processus d'affaires. À l'aide des avis collectés et de paradigmes d'évaluation, nous sommes en mesure d'évaluer quantitativement notre méthode. Le CHAPITRE 6 présente cette étape en détail.

4.2.6 Communication

La dernière étape de Peffers *et al.* (2007) consiste à communiquer les résultats de la recherche. Comme mentionné dans l'introduction, nous avons publié un article d'exploration intitulé "Robotic Process Automation and Business Rules : A Perfect Match" (Leshob *et al.*, 2020) à la conférence ICE-B 2020. Cela démontre également le processus itératif de notre approche. Ensuite, nous avons également publié les résultats de nos travaux dans le rapport final

du stage Mitacs. Enfin, nous avons soumis un article à la prestigieuse revue ACM TMIS (*ACM Transactions on Management Information Systems*). L'article est en cours d'évaluation par des pairs.

4.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté en détail l'approche méthodologique que nous avons utilisée pour mener à bien ce projet de recherche. Le prochain chapitre se penchera plus en détail sur l'activité de conception et de développement de la méthode.

CHAPITRE 5

CONCEPTION ET DÉVELOPPEMENT DE L'ARTEFACT

Dans ce chapitre, nous présentons plus en détail l'étape « conception et développement » de l'approche méthodologique en science de la conception. Nous décrivons le fonctionnement de notre artefact (la méthode « RRPA »). Pour ce faire, nous ferons à la section 5.1 une présentation l'approche globale de la méthode RRPA. Les sous-sections subséquentes présentent en détail chacune des étapes de la méthode présentées à la section 5.1. Pour finir, une courte conclusion pour ce chapitre est présentée à la section 5.2.

5.1 Conception et développement de notre méthode

Dans cette section, nous présentons la méthode RRPA ainsi que les différentes étapes et sous-étapes qui la composent

Une méthode comprend plusieurs éléments (Braun *et al.*, 2005). Parmi ceux-ci nous retrouvons (i) les activités, (ii) les rôles, (iii) les documents de spécification, (iv) le métamodèle et (v) les techniques qui la composent (Braun *et al.*, 2005). Il est possible pour une méthode d'avoir plusieurs caractéristiques telles que décrites par Braun et al. (2005), notamment :

- Une orientation claire vers les objectifs, c'est-à-dire une description détaillée de la façon de procéder pour atteindre les objectifs définis;
- Une approche systématique qui permettrait de suivre une structure claire pour déduire les étapes ou les tâches à accomplir pour réaliser les objectifs;
- Des principes de conception liés à la construction de plusieurs spécifications de la méthode;
- La possibilité de répéter la méthode avec des résultats similaires.

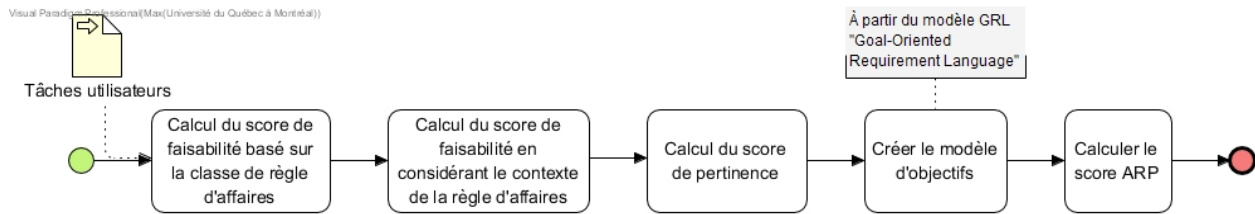
Hammer et Champy (1993) ont défini un processus d'affaires comme étant « un ensemble de tâches qui, ensemble, produisent un résultat apportant de la valeur pour le client ».

L'automatisation robotisée des processus (ARP) se concentre sur les tâches de processus effectuées par des acteurs humains avec l'aide d'un ou plusieurs systèmes d'information. Ces tâches impliquent généralement : 1) la collecte de données à partir d'un ou plusieurs systèmes informatiques, 2) la prise de décisions et 3) la saisie du résultat dans un ou plusieurs systèmes. Rappelons que nous utilisons la nomenclature du Business Process Model and Notation (BPMN) (Object Management Group (OMG), 2011), qui utilise le terme « tâche utilisateur » pour désigner de telles tâches. En effet, BPMN définit une tâche utilisateur comme « une tâche de flux de travail typique où un humain effectue la tâche avec l'aide d'une application logicielle » (Object Management Group (OMG), 2011). Les technologies ARP visent à automatiser les tâches utilisateurs à l'aide de robots logiciels.

Selon Alberth et Mattern (2017), la logique de décision qui sous-tend les tâches utilisateurs peut être exprimée sous forme de règles d'affaires. Leshob *et al.* (2020) soutiennent que différents types ou classes de règles d'affaires ont différents potentiels d'automatisation et, par conséquent, différents niveaux de faisabilité pour l'ARP. En conséquence, la méthode RRPA classe la logique de règles d'affaires inhérente à une tâche utilisateur pour évaluer son adaptabilité pour l'ARP. Pour évaluer l'adaptabilité d'une tâche utilisateur pour l'ARP, la méthode calcule un score appelé score d'adaptabilité ARP: plus le score est élevé, plus la tâche convient à l'adoption de l'ARP. À l'inverse, un score d'adaptabilité ARP plus faible signifie que la tâche est considérée comme moins appropriée pour l'adoption de l'ARP.

Pour calculer le score d'adaptabilité ARP, la méthode évalue deux facteurs d'adaptabilité ARP: la faisabilité ARP et la pertinence ARP. La faisabilité ARP évalue dans quelle mesure la tâche peut être automatisée, par exemple, si elle implique une logique d'affaires bien définie. La pertinence ARP d'une tâche utilisateur évalue dans quelle mesure l'automatisation ARP est justifiée pour la tâche, par exemple, un grand volume de transactions avec une manipulation manuelle.

Figure 5.1 Méthode d'évaluation de l'adaptabilité des processus d'affaires pour l'ARP



La Figure 5.1 présente les étapes de la méthode proposée. Les deux premières étapes ont pour but de calculer le score de faisabilité de ARP de chaque tâche utilisateur dans le processus. Pour ce faire, la première étape s'appuie sur les classes de règles d'affaires qui régissent chaque tâche utilisateur, tandis que la deuxième étape calcule la faisabilité ARP en utilisant le contexte d'exécution de la règle d'affaires. La troisième étape calcule le score de pertinence ARP pour chaque tâche utilisateur. Les deux dernières étapes calculent le score d'adaptabilité ARP de chaque tâche utilisateur en utilisant les scores de faisabilité et de pertinence précédemment calculés. Pour ce faire, RRPA considère l'adaptabilité ARP comme un objectif qui dépend des sous-objectifs de pertinence et de faisabilité. Ainsi, la quatrième étape construit un modèle d'objectifs qui relie les tâches du processus à l'objectif d'adaptabilité ARP (objectif de haut niveau) via les sous-objectifs de faisabilité ARP et de pertinence ARP, qui ensemble constituent les objectifs ARP, en utilisant le langage de modélisation "Goal-Oriented Requirement Language" (GRL) (Telecommunication Standardization Sector of ITU, 2012). La dernière étape calcule automatiquement le score d'adaptabilité ARP du processus à l'aide d'un algorithme d'évaluation GRL.

Le reste de cette section est organisé comme suit. La sous-section 5.1.1 présente les techniques utilisées pour calculer le score de faisabilité ARP, y compris un aperçu des critères d'adaptabilité dans la littérature ARP, ainsi qu'une classification des règles d'affaires. Les sous-sections suivantes décrivent les étapes de la méthode telles que présentées dans la Figure 5.1: la sous-section 5.1.2 (étape 1), la section 5.1.3 (étape 2), la section 5.1.4 (étape 3), la section 5.1.5 (étape 4) et la section 5.1.6 (étape 5).

5.1.1 Faisabilité ARP

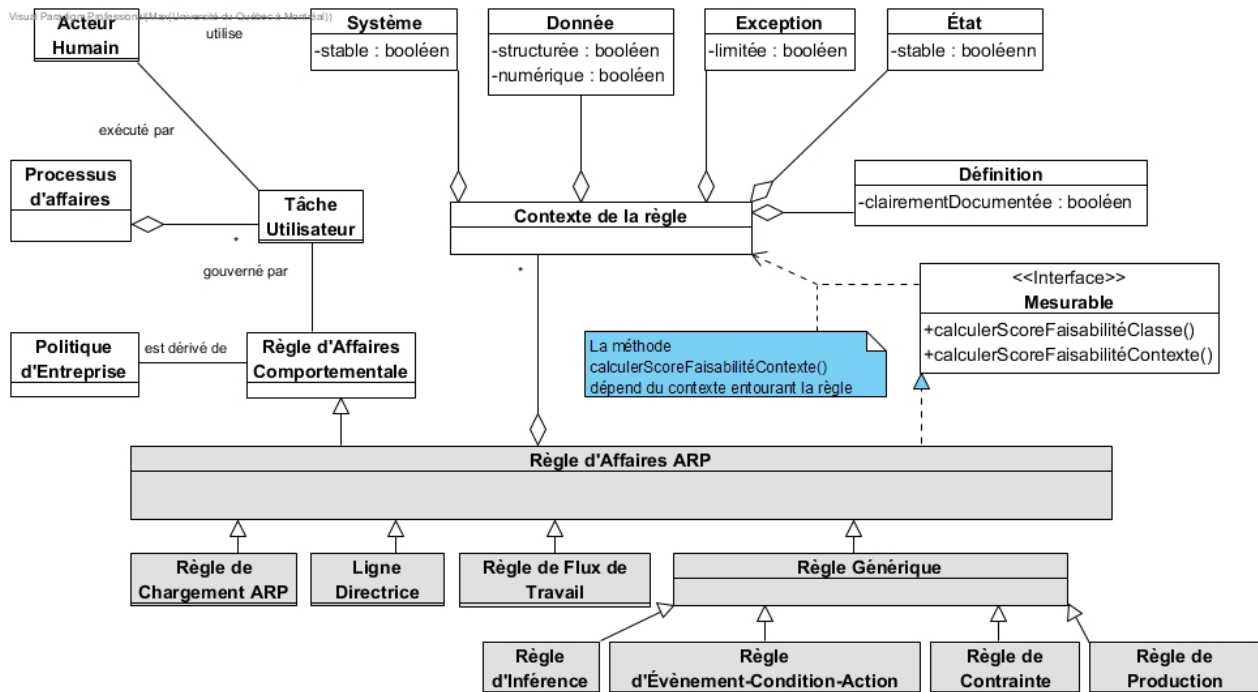
Le Tableau 5.1 Critères d'adaptabilité de l'ARP présente les critères que nous utilisons pour évaluer si une tâche utilisateur se prête à l'automatisation à l'aide de l'ARP. Les critères pour l'automatisation ARP se divisent en deux catégories : la mécanique de la tâche utilisateur et le contenu cognitif ou décisionnel de la tâche. La mécanique de la tâche utilisateur doit être bien définie, et cela est reflété dans les critères C1 (accès aux applications logicielles avec des interactions bien spécifiées), C7 (utilisation de données structurées), C8 (disponibilité des données numériques) et C9 (nombre limité d'exceptions/alternatives). Les aspects cognitifs/décisionnels sont capturés par les critères C2 (règles non ambiguës et clairement documentées), C3 (règles stables), C4 (règles strictement appliquées), C5 (faible exigence cognitive) et C6 (contexte stable). On constate que la mécanique d'une tâche utilisateur est facile à évaluer. Cependant, le contenu cognitif/décisionnel de la tâche, lui, est plus complexe à évaluer.

Tableau 5.1 Critères d'adaptabilité de l'ARP

Code	Critère	Description
C1	Accès aux applications logicielles	La tâche est effectuée par un acteur humain à l'aide d'un système ou de plusieurs systèmes.
C2	Règles non ambiguës et clairement documentées	La tâche est basée sur des règles bien définies et non ambiguës (Asatiani et Penttinen, 2016). Les règles ambiguës ont plus d'une interprétation ou signification. Chaque formulation de règle ne doit pas laisser place à une mauvaise interprétation. Elle doit décrire de manière non ambiguë le comportement des règles.
C3	Règles stables	La tâche est basée sur des règles stables et inchangées.
C4	Règles strictement appliquées	Les règles sont strictement appliquées lors de l'exécution de la tâche, par opposition à leur simple utilisation en tant que directives. Les règles d'affaires qui guident le comportement nécessitent une application stricte (Object Management Group, 2019).
C5	Faibles exigences cognitives	La tâche/la règle ne nécessite pas de créativité ou d'efforts d'interprétation complexes.
C6	Contexte stable	La tâche est exécutée dans un contexte stable. Toutes les interactions entre les tâches du processus et les applications logicielles sont bien spécifiées et prévisibles.
C7	Utilisation de données structurées	La tâche/la règle utilise des données structurées disponibles.
C8	Utilisation de données numériques uniquement	Toutes les données nécessaires à la tâche/la règle sont disponibles sous format numérique. Ceci est requis, car l'ARP est une solution basée sur le logiciel (Penttinen <i>et al.</i> , 2018).
C9	Nombre limité d'exceptions/alternatives	La règle n'a pas ou peu d'exceptions ou d'alternatives.

Source : Adaptation de Asatiani et Penttinen (2016). Turning Robotic Process Automation into Commercial Success - Case OpusCapita. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, volume 6 (2), p. 69 & Leshob *et al.* (2018). Towards a Process Analysis Approach to Adopt Robotic Process Automation. *Proceedings - 2018 IEEE 15th International Conference on e-Business Engineering, ICEBE 2018* p. 46-53.

Figure 5.2 Métamodèle de règles ARP



L'approche des règles d'affaires recommande de représenter la logique de décision inhérente aux processus d'affaires répétables à l'aide de la formalisation des règles d'affaires. Cette approche couvre le cycle de vie complet de la logique de décision, de l'analyse à l'automatisation, au déploiement et à la maintenance (Boyer et Mili, 2011). En conséquence, nous proposons d'utiliser l'approche des règles d'affaires pour évaluer la faisabilité de l'ARP : si les règles d'affaires qui gouvernent une tâche utilisateur se prêtent à l'automatisation selon l'approche des règles d'affaires, alors la tâche utilisateur se prête à l'ARP, quel que soit la technologie d'automatisation utilisée par l'ARP.

Pour concevoir la méthode RRPA, nous avons élaboré le métamodèle des règles d'affaires de l'ARP présenté dans la Figure 5.2 (Les classes de couleur grise sont des classes de règles d'affaires). Rappelons que l'ARP se concentre sur les tâches effectuées par les utilisateurs avec l'utilisation de systèmes d'information afin de remplacer les acteurs humains par des robots logiciels (tâches utilisateurs). Les règles de l'ARP (classe Règles d'Affaires ARP sur le métamodèle) sont des règles comportementales qui régissent les tâches de processus par

l'entremise de systèmes d'information. Le modèle propose quatre classes de règles principales : Règles génériques, Lignes Directrices, Règles de Flux de Travail et Règles de Chargement ARP.

(1) Les Règles Génériques (Règle d'Évènement-Condition-Action, Règle de Contrainte, Règle d'Inférence, et Règle de Production) sont des règles qui opèrent au sein de systèmes d'information grâce à des interactions bien spécifiées. Ces règles sont bien définies, non ambiguës et strictement appliquées.

(2) Les Lignes Directrices sont des règles qui opèrent au sein de systèmes d'information grâce à des interactions bien spécifiées. Ces directives servent de recommandations générales; elles ne sont pas obligatoires ou requises. Contrairement aux Règles Génériques, les directives ne sont pas appliquées de façon stricte et souvent pas clairement documentées (voir Steinke et Nickolette (2003)).

Tableau 5.2 Règles et le score de faisabilité associé à leur classe

Classe de règle d'affaires		Critères								Score de faisabilité de la classe
		C1	C2	C3	C4	C6	C7	C8	C9	
Règles génériques		1	1	PC	1	PC	PC	1	PC	4/8
Flux de travail	Simple	1	1	PC	1	PC	PC	1	1	5/8
	Complexe	1	1	PC	1	PC	PC	1	0	4/8
Ligne directrice		1	PC	PC	0	PC	PC	1	PC	2/8
Règle de chargement ARP		1	1	PC	1	PC	PC	1	1	5/8

3) Les Règles de Flux de Travail contrôlent le déroulement des processus. Ce ne sont pas toutes les règles de flux qui dépendent des tâches utilisateurs. Les éléments de flux de processus, qui sont gouvernés par des règles de flux (p. ex., les portails dans BPMN), peuvent être entièrement automatisés (Ezekiel *et al.*, 2019). Notre méthode s'intéresse à la mise en œuvre de l'ARP et donc à l'automatisation des tâches utilisateurs. Ainsi, RRPA se concentre sur les règles de flux de travail qui sont basées sur le résultat de l'application de règles d'affaires des tâches utilisateurs. Par exemple, dans un processus d'approbation de demande de carte de crédit, l'utilisateur utilise d'abord des systèmes spécifiques pour récupérer et traiter des informations de crédit. Le flux est ensuite dirigé en fonction de l'historique du dossier de crédit (données obtenues à partir de la tâche utilisateur effectuée précédemment). Les règles de flux de travail sont bien définies, non ambiguës et strictement appliquées. Elles peuvent être simples ou complexes. Les règles de flux de travail simples (p. ex., "OR, XOR, AND") peuvent avoir au plus une exception qui sera levée si aucune condition de flux n'est satisfaite et qu'il n'y a pas de chemin par défaut. Les règles complexes ont plusieurs alternatives pour activer un chemin de flux, tout comme l'activation de jetons dans BPMN (Object Management Group (OMG), 2011).

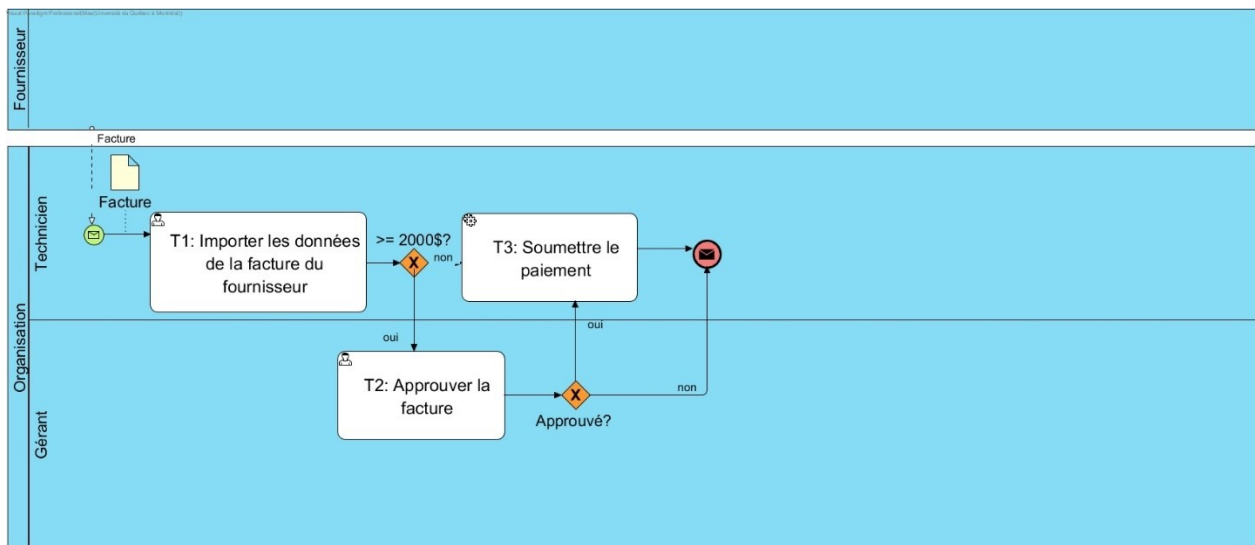
(4) Les Règles de Chargement ARP gouvernent les tâches utilisateurs qui connectent et utilisent des systèmes d'information pour simplement charger des données numériques brutes (p. ex., la lecture d'un fichier) qui sont traitées ultérieurement par d'autres tâches du processus. Ces tâches requièrent de l'utilisateur d'effectuer un traitement manuel simple tel que la copie, le collage et la validation des données dans les formulaires. Ces règles sont bien définies, non ambiguës, strictement appliquées et ont un nombre d'exceptions limité.

Comme illustré dans la Figure 5.2, les règles ARP (classe Règle D'affaires ARP) implantent une interface (Mesurable) pour calculer un score de faisabilité de classe et un score de faisabilité de contexte. Le score de faisabilité de classe est calculé en utilisant la définition de la classe de règle sans prendre en compte le contexte dans lequel la règle est exécutée. D'autre part, le score de faisabilité de contexte est basé sur le contexte d'exécution de la règle. Le contexte de la règle (classe Contexte de Règle) dépend du contexte d'exécution spécifique au processus d'affaires et est déterminé par i) le système qui supporte la tâche utilisateur (classe Système), ii) les données (classe Donnée), iii) les exceptions et alternatives de règle (classe Exception), et iv) l'état de la règle (classe État). Pour l'instant, RRPA se concentre spécifiquement sur les tâches utilisateurs

qui nécessitent peu de capacités cognitives, mais nous croyons que, dans le futur, les technologies d'IA telles que le “Machine Learning” et le traitement automatique de langage naturel nous permettront d'étendre RPA pour traiter des tâches demandant des capacités cognitives plus élevées.

Le Tableau 5.2 montre le score de faisabilité de chaque classe de règles d'affaires ARP (voir Figure 5.2 (métamodèle)). La valeur 1 signifie que la classe de règle satisfait le critère. La valeur 0 signifie que la classe de règle ne satisfait pas le critère. La valeur PC (Contexte de processus) signifie que le score de faisabilité du critère dépend du contexte d'exécution du processus (c.-à-d. systèmes, données, règles d'exceptions et alternatives, états des règles). Le score maximum de faisabilité de chaque critère est de 1/8 (8 représente le nombre de critères ARP présentés dans le Tableau 5.2, à l'exclusion du critère C5 qui n'est pas traité par notre méthode). Notez que nous avons attribué le même poids à tous les critères. Cependant, nous prévoyons que les utilisateurs de la méthode (p. ex., les analystes d'affaires) puissent personnaliser ces valeurs en fonction de leurs besoins spécifiques.

Figure 5.3 Processus d'affaires générique des comptes à payer (fournisseur)



Prenons l'exemple du processus générique des comptes à payer (fournisseur) présenté dans la Figure 5.3. Pour simplifier, nous avons réduit le processus à deux tâches utilisateur et une tâche de service, c'est-à-dire une tâche automatisée. Le processus commence par la réception d'une facture électronique envoyée par un fournisseur. La tâche (T1: Importer les données de la facture du fournisseur) implique l'accès à une application logicielle telle qu'un ERP pour importer les données de facturation du fournisseur. La règle d'affaires qui gouverne cette tâche est classée comme une règle de chargement ARP, car elle ne fait que charger des données à l'aide d'un système d'information. Ensuite, le processus se poursuit en fonction du montant total de la facture : si le montant total est inférieur à 2000 \$, la facture est automatiquement approuvée. Sinon, la facture doit être approuvée par le gestionnaire à l'aide de deux règles "When-Then". Tout d'abord, le gestionnaire vérifie que la commande a été livrée en entier. Deuxièmement, il effectue un rapprochement à trois voies ("Three-Way Match") pour identifier les écarts entre la commande d'achat, la réception de commande et la facture. Ces deux règles sont classées comme des règles de production, car la logique de décision inhérente à la tâche vérifie les conditions avant d'initier des actions. Les règles de production relèvent de la classe de règles génériques (voir Figure 5.3). Enfin, une fois la facture approuvée par le gestionnaire ou automatiquement, le paiement est soumis par l'intermédiaire d'une tâche de service automatisée (T3: Soumettre le paiement). Le processus se termine en envoyant une notification au fournisseur.

5.1.2 Calculer le score de faisabilité ARP en se basant sur les classes de règles

L'objectif de cette étape est de calculer le potentiel, en termes de faisabilité de l'automatisation, des tâches utilisateurs en fonction de leurs classes de règles ARP respectives. C'est la première étape pour calculer le score de faisabilité ARP. Elle se compose de deux sous-tâches :

- (1) Catégoriser la logique de décision qui gouverne les tâches utilisateurs en identifiant les types de classes de règles ARP (Figure 5.2) inhérentes à cette décision. Une seule tâche peut impliquer différentes classes ARP.

(2) Attribuer à la tâche, le score de faisabilité de la classe de règles ARP en utilisant le Tableau 5.2 Règles et le score de faisabilité associé à leur classe. Dans le cas où la tâche implique plus d'une règle, le score de faisabilité de la classe doit être calculé en utilisant la moyenne des valeurs associées aux classes de règles inhérentes à la tâche. Ainsi, le score de classe ARP ($A.classScore$) d'une tâche utilisateur A gouvernée par n règles ARP est calculé comme suit :

$$A.classScore = \frac{\sum_{i=1}^n c_i.classScore}{n}$$

Dans cette formule, $c_i.classScore$ représente le score de faisabilité de la classe de règles ARP c_i .

Dans l'exemple de la Figure 5.3, nous avons mentionné qu'il y avait deux classes de règles associées à la tâche T1: une règle de chargement ARP et une règle de flux de travail simple, tandis que la tâche T2 implique deux règles de la même classe (Règle générique ARP). Par conséquent, le score de faisabilité de la classe de T1 est $\frac{\binom{5}{8} + \binom{5}{8}}{2}$ où le score de faisabilité de la classe de T2 est $\frac{\binom{4}{8} + \binom{4}{8}}{2}$ (voir Tableau 5.2).

5.1.3 Calculer le score de faisabilité ARP en utilisant le contexte des règles

Cette étape permet de calculer le potentiel d'automatisation de chaque tâche utilisateur en fonction du contexte des règles d'affaires. Le contexte d'une règle est déterminé en fonction du contexte spécifique du processus d'affaires étudié. Il est établi par : i) le ou les systèmes qui supportent la tâche utilisateur, ii) les données utilisées par la règle(s), iii) l'état de la règle, iv) la documentation de la règle (pour les lignes directrices) et iv) les exceptions et les alternatives de la règle.

Pour calculer le score de contexte d'une tâche utilisateur, nous avons adopté une approche basée sur des questions pour capturer le contexte de la règle. Cinq questions binaires (oui/non) ont été conçues pour les critères C2, C3, C6, C7 et C9 comme suit :

- Question 1 (pour les lignes directrices): Les directives sont-elles non ambiguës et clairement documentées?
- Question 2: La règle est-elle stable?
- Question 3: La règle utilise-t-elle des systèmes stables?
- Question 4: La règle utilise-t-elle des données structurées?
- Question 5: La règle a-t-elle des exceptions/alternatives limitées⁴?

Chaque réponse positive vaut 1/8. Si la réponse est négative, le score de faisabilité de contexte pour le critère est mis à 0. Notez que la méthode pose une question uniquement si le score de faisabilité de classe de la règle est égal à 'PC' (voir Tableau 5.2), c'est-à-dire dépendant du contexte d'exécution du processus. Par exemple, les règles de chargement ARP sont déjà identifiées comme des règles avec des exceptions/alternatives limitées (voir Tableau 5.2). Ainsi, la question 5 ne s'applique pas aux règles de chargement ARP.

Prenons la règle inhérente à la tâche utilisateur T2 (Figure 5.3). Nous avons posé les questions 2, 3, 4 et 5 à un spécialiste de processus au sein d'une entreprise canadienne (la question 1 ne s'applique pas, car il s'agit d'une règle de production). Les réponses sont les suivantes : « Oui » pour les questions 2 et 3, car les règles et les systèmes sont stables. « Non » pour la question 4, car certaines sources de données des fournisseurs incluent des données non structurées telles que du texte et du contenu multimédia. « Oui » pour la question 5, car les deux règles de production ont des exceptions limitées. En conséquence, trois questions ont obtenu des réponses positives. Pour chaque réponse positive, 1/8 est ajouté au score de faisabilité de contexte ARP de la tâche. Par conséquent, le score de faisabilité de contexte de la tâche T2 est de 3/8.

Le score de faisabilité ARP d'une tâche A, noté $A_{feasibilityScore}$ est calculé comme suit :

⁴ L'utilisateur (p. ex., l'analyste de processus) est invité à répondre positivement si le nombre d'alternatives est inférieur ou égal à 10. Cette valeur est basée sur la mesure de la complexité cyclomatique proposée par McCabe (1976)

$$A. feasibilityScore = A. classScore + A. contextScore$$

où *A. classScore* et *A. contextScore* représentent respectivement le score de faisabilité de classe et le score de faisabilité de contexte de la tâche T2.

Ainsi, le score de faisabilité ARP de la tâche utilisateur T2 (voir Figure 5.3) est calculé comme suit:

$$\frac{4}{8} + \frac{3}{8} = \frac{7}{8}$$

5.1.4 Calculer le score de pertinence ARP

Cette sous-section vise à calculer le score de pertinence ARP afin d'évaluer s'il est viable de remplacer les humains par des robots logiciels pour une tâche spécifique. Selon plusieurs sources, dont Asatiani et Penttinen (2016); Leshob *et al.* (2018); Willcocks *et al.* (2015, 2017), l'automatisation à l'aide de technologies ARP est pertinente lorsque le processus d'affaires en question i) implique un grand volume de transactions nécessitant des opérations manuelles, et ii) que ses tâches sont sujettes aux erreurs commises par des humains, erreurs que des robots logiciels ne commettraient pas (p. ex., faire correspondre des nombres, extraire et reformater des données en rapports, etc.). Pour déterminer si une tâche de processus vaut la peine d'être automatisée à l'aide de l'ARP, la méthode propose de calculer le nombre de fois que la tâche est effectuée par jour et sa propension aux erreurs humaines. Cette dernière est basée sur le nombre moyen d'opérations manuelles telles que faire correspondre des nombres et reformater des données requises pour chaque transaction de processus (Leshob *et al.*, 2020). Le score de pertinence de l'automatisation ARP d'une tâche de processus est basé sur une échelle de Likert à 5 points (Joshi *et al.*, 2015), comme illustré dans la Figure 5.4. En fonction du nombre d'opérations manuelles et de la propension aux erreurs observées, le score de pertinence ARP peut prendre les valeurs 0, 25, 50, 75 ou 100. Par exemple, considérons que la tâche T2 doit être exécutée une centaine de fois par jour en moyenne et que la propension à l'erreur calculée est moyenne, la valeur du score de pertinence ARP sera de 50.

Figure 5.4 Quadrant de pertinence de la mise en œuvre de l'ARP

Nombre moyen d'exécution de la tâche par jour	Élevé > 200	50	75	100
	Moyen [20;200]	25	50	75
	Bas <20	0	25	50
		Bas <5	Moyen [5;10]	Élevé > 10
Propension à l'erreur de la tâche (basé sur le nombre d'opération manuel moyen)				

Source : Adaptation de Leshob *et al.* (2020). Robotic Process Automation and Business Rules: A Perfect Match. ICETE 2020 - Proceedings of the 17th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications, p. 124.

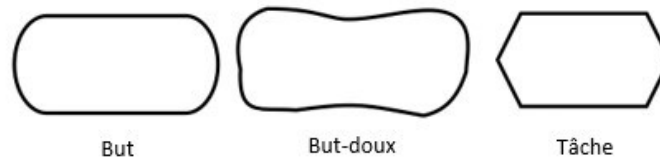
5.1.5 Créer le modèle d'objectifs

L'objectif de cette étape est de construire un *modèle d'objectifs* qui relie les tâches du processus à l'objectif d'*adaptabilité ARP*, qui est le but de haut niveau, en utilisant les deux sous-buts (sous-objectifs) de *faisabilité ARP* et de *pertinence ARP* comme intermédiaire. Ainsi, nous avons besoin d'une méthode facile à utiliser qui relie chaque tâche du processus aux buts de l'ARP et qui permet de calculer un score de satisfaction pour chaque tâche en fonction de sa contribution à satisfaire les objectifs de faisabilité ARP et de pertinence ARP. Nous avons donc étudié

différents langages de modélisation orientée buts/objectifs. Parmi les différents langages orientés objectifs disponibles, notamment “Keep All Objects Satisfied” (KAOS) (van Lamsweerde, 2004), i* (Yu, 1997) et le cadre “NFR” (Chung *et al.*, 2011), nous soutenons que le langage “Goal-Oriented Requirement Language” (GRL) (Telecommunication Standardization Sector of ITU, 2012) est le langage le mieux adapté à nos besoins, car il est i) un langage d’objectif peu complexe, ii) facile à implanter, et iii) permet de calculer des scores de satisfaction en utilisant des approches qualitatives, quantitatives et hybrides (comme proposé dans Amyot *et al.* (2010)).

GRL fait partie du standard “User Requirements Notation” (URN) et propose un langage graphique léger qui permet de modéliser les objectifs (buts), les exigences et leurs relations (Telecommunication Standardization Sector of ITU, 2012). La Figure 5.5 montre le sous-ensemble des concepts GRL utilisés par notre méthode.

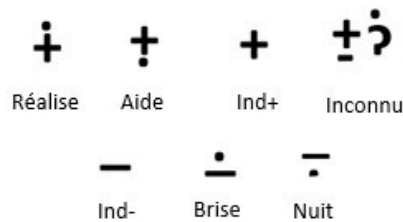
Figure 5.5 Concepts de base de GRL



(a) Éléments GRL de Base



(b) Liens GRL de Base



(c) Types de Contributions GRL

Source : Adaptation de Amyot *et al.* (2010). Evaluating Goal Models within the Goal-Oriented Requirement Language. *International Journal of Intelligent Systems*, p. 844.

Un but (but GRL ou “hard-goal” en anglais) est un élément mesurable utilisé pour modéliser les tâches d’un processus. Un but-doux (“soft-goal”) fait référence aux aspects qualitatifs qui ne peuvent pas être mesurés directement ou quantitativement (Amyot *et al.*, 2010). Dans notre recherche, les buts-doux sont utilisés pour modéliser les objectifs ARP (c.-à-d., la faisabilité ARP et la pertinence ARP). Une tâche GRL est une solution (p. ex., système, composant d’un système, service web) qui permet d’atteindre des buts ou de satisfaire des buts-doux (Amyot *et al.*, 2010). Il est important de différencier une tâche GRL d’une tâche d’un processus d’affaires. Les liens GRL (section b de la Figure 5.5) sont utilisés par notre approche pour connecter les tâches de processus (but GRL) aux but-doux de l’ARP (faisabilité ARP et pertinence ARP) dans le modèle GRL. Les liens « Moyens-Fin » décrivent comment les buts (c.-à-d., les tâches de processus) sont

atteints (c.-à-d., automatisés) en utilisant des tâches GRL (p. ex., des services Web). Les liens de contribution spécifient les impacts souhaités d'un élément sur un autre élément (Amyot *et al.*, 2010). Un lien de contribution peut avoir un type de contribution qualitatif (section c de la Figure 5.5) ou une contribution quantitative (nombre entier compris entre -100 et 100) (Amyot *et al.*, 2010).

Rappelons que le but de cette étape est de créer un modèle GRL afin de calculer un score de satisfaction qui servira de score d'adaptabilité ARP. Pour ce faire, l'utilisateur de RRPA doit procéder comme suit :

(1) Relier chaque tâche utilisateur au but de haut niveau (adaptabilité ARP) : Une tâche de processus représente un but GRL (ou parfois appelé “hard-goal” en anglais) à automatiser. L'adaptabilité ARP est un but-doux GRL à satisfaire. En GRL, les buts ne peuvent être connectés aux buts-doux que par les solutions (tâches GRL) qui automatisent les buts. Ainsi, RRPA propose les étapes suivantes :

(a) Connecter le but ARP de haut niveau (but-doux), l'adaptabilité ARP à ses sous-but, la faisabilité ARP et la pertinence ARP, en utilisant un lien de contribution.

(b) Relier la solution (p. ex., un service web) à la tâche utilisateur (but) (p. ex., approuver une facture) en utilisant le lien moyens-fin.

(c) Relier la solution aux sous-but de faisabilité ARP et de pertinence ARP en utilisant deux liens de contribution.

(2) Quantifier le modèle orienté but: Pour cela, RRPA propose d'utiliser des valeurs de 0 à 100. Cependant, le modélisateur peut utiliser des valeurs de n'importe quelle plage. Pour quantifier le modèle orienté but GRL, des valeurs quantitatives doivent être attribuées à: i) les liens de contribution et ii) les éléments intentionnels, c'est-à-dire les tâches utilisateurs, les buts ARP et les solutions, comme suit (Telecommunication Standardization Sector of ITU, 2012) :

(a) Assigner le score de faisabilité au lien de contribution qui relie la solution au but-doux de faisabilité ARP. Le score de faisabilité calculé précédemment est une valeur entre 0 et 8. RRPA propose d'utiliser des valeurs entre 0 et 100. Ainsi, le score de faisabilité, qui sert de valeur de contribution, doit être normalisé entre 0 et 100. La valeur normalisée correspondant à une valeur x , notée N_x , entre 0 et 8 est calculée comme suit:

$$N_x = \frac{x \times 100}{8}$$

(b) Assigner le score de pertinence ARP calculé précédemment au lien de contribution qui relie la solution au but-doux de pertinence ARP. Le score de pertinence est déjà normalisé entre 0 et 100.

(c) Attribuer des valeurs quantitatives aux liens de contribution qui relient les buts-doux de faisabilité ARP, de pertinence ARP et d'adaptabilité ARP. Par défaut, la méthode RRPA attribue la même valeur de contribution (100) aux deux liens. Ainsi, la faisabilité ARP et la pertinence ARP sont pondérées de manière égale. L'utilisateur de la méthode (p. ex., l'analyste d'affaires, l'architecte d'affaires) peut modifier les valeurs de contribution par défaut pour pondérer chaque but ARP en fonction de ses besoins spécifiques.

(d) Quantifier l'importance (valeurs entre parenthèses) des éléments intentionnels (buts, buts-doux et tâches GRL). Pour cela, la méthode RRPA propose d'attribuer une valeur quantitative par défaut de 100, qui est la valeur d'importance la plus élevée. L'utilisateur peut modifier ces valeurs par défaut en fonction des besoins spécifiques de l'organisation. Par exemple, l'utilisateur peut attribuer des valeurs différentes s'il / elle veut donner la priorité à l'automatisation de certaines tâches. Notez que les valeurs d'importance des sous-buts de faisabilité ARP et de pertinence ARP peuvent être propagées du niveau supérieur du but (adaptabilité ARP) à ses sous-buts (faisabilité ARP, pertinence ARP) en utilisant la formule suivante (Shamsaei *et al.*, 2011):

$$\frac{parentGoal.iValue \times subGoal.cValue}{100}$$

où *parentGoal.iValue* est la valeur d'importance du but parent et *subGoal.cValue* est la valeur du lien de contribution qui relie le sous-but au but parent.

La Figure 5.6 montre un exemple de modèle GRL pour la tâche « T2: approuver la facture » du processus générique des comptes à payer (fournisseur) de la Figure 5.3. Les valeurs 87,5 et 50 représentent respectivement le score de faisabilité ARP et le score de pertinence ARP.

5.1.6 Évaluation du modèle GRL

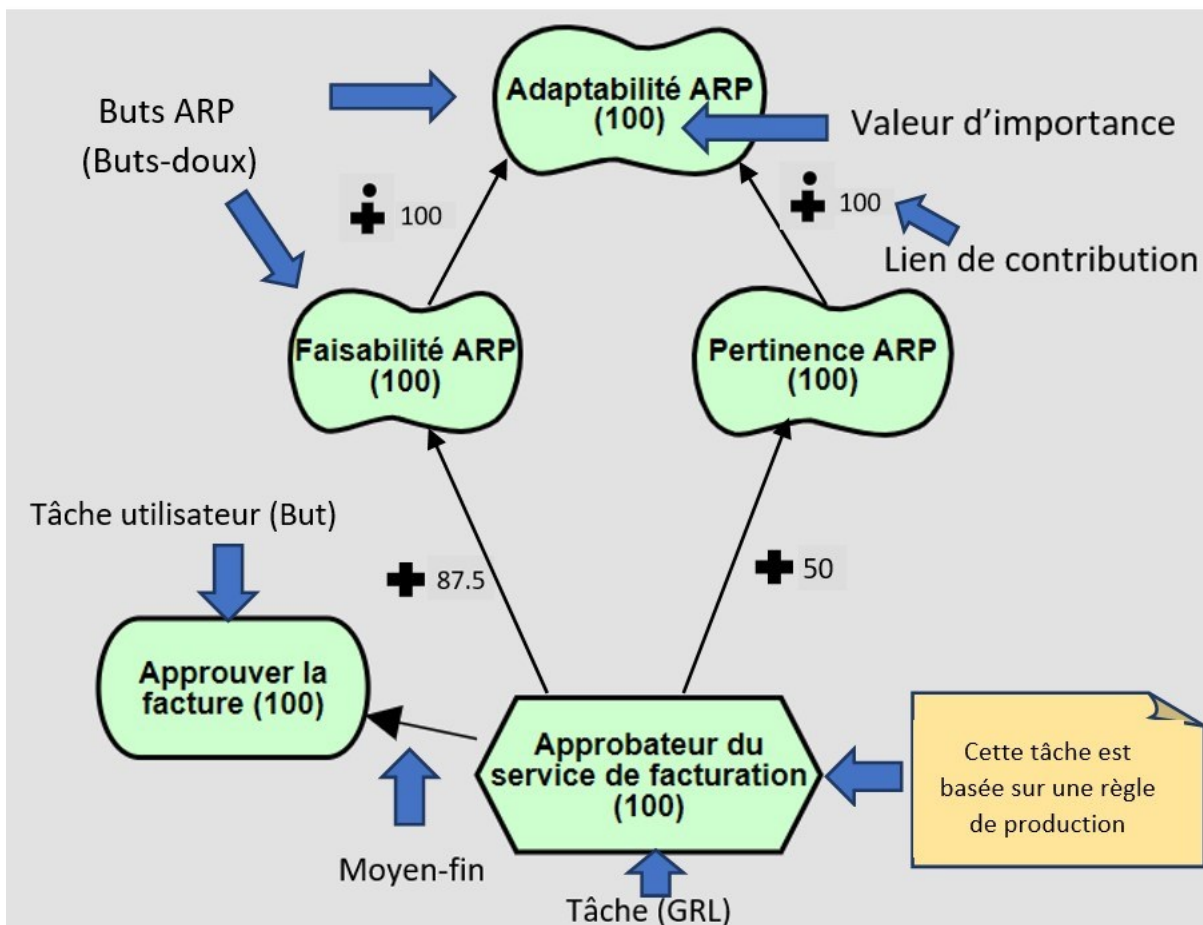
Amyot *et al.* (2010) ont proposé trois algorithmes (quantitatif, qualitatif et hybride) pour évaluer les modèles GRL. L'évaluation GRL consiste à calculer des scores de satisfaction qui mesurent dans quelle proportion les buts sont satisfaits. Pour calculer le score d'adaptabilité ARP des tâches de processus, RRPA utilise l'algorithme quantitatif. Le score ARP est donc basé sur i) les valeurs de contribution et ii) la valeur d'importance des éléments intentionnels (buts, buts-doux et tâches GRL).

L'algorithme commence par initialiser les valeurs d'évaluation des solutions (tâches GRL) en utilisant la valeur neutre de 100. Ensuite, l'algorithme propage les valeurs à travers les liens GRL pour obtenir les valeurs d'évaluation des éléments intentionnels. La valeur d'évaluation d'un but-doux ARP (*goal.evValue*) relié par *n* liens de contribution est calculée comme suit:

$$goal.evValue = \frac{\sum_{i=1}^N srcElt_i.evValue \times elt_i.cnValue}{n \times 100}$$

où *srcElt_i.evValue* est un élément source du but ARP et *elt_i.cnValue* est la valeur de contribution de l'élément source aux buts ARP.

Figure 5.6 Le modèle orienté but (GRL) pour la tâche utilisateur « T2 : Approuver une facture »



Par exemple, la valeur d'évaluation du but-doux faisabilité ARP est calculée en i) multipliant la valeur d'évaluation de la solution « Approbateur du service de facturation » (100) par la valeur du lien de contribution qui les relie (87,5) et ii) en divisant le résultat par 100 (c.-à-d., $\frac{100 \times 87,5}{100}$). L'algorithme garantit que la valeur d'évaluation de chaque but ne dépasse pas la valeur maximale de 100.

Le score d'adaptabilité ARP est calculé en utilisant les évaluations quantitatives pour les acteurs proposées dans Amyot *et al.* (2010). Ainsi, le score ARP d'une tâche utilisateur a , noté $a.rpaScore$, est calculé en utilisant les valeurs d'importance et d'évaluation des n éléments intentionnels liés à la tâche utilisateur. Par conséquent, le score ARP (score d'adaptabilité ARP)

d'une tâche utilisateur a , noté $a.rpaScore$, est calculé en utilisant la valeur d'importance et la valeur d'évaluation des éléments intentionnels liés à la tâche. Ainsi,

$$a.rpaScore = \frac{\sum_{i=1}^n ie_i \cdot impValue \times ie_i \cdot evValue_i}{\sum_{i=1}^n ie_i \cdot impValue}$$

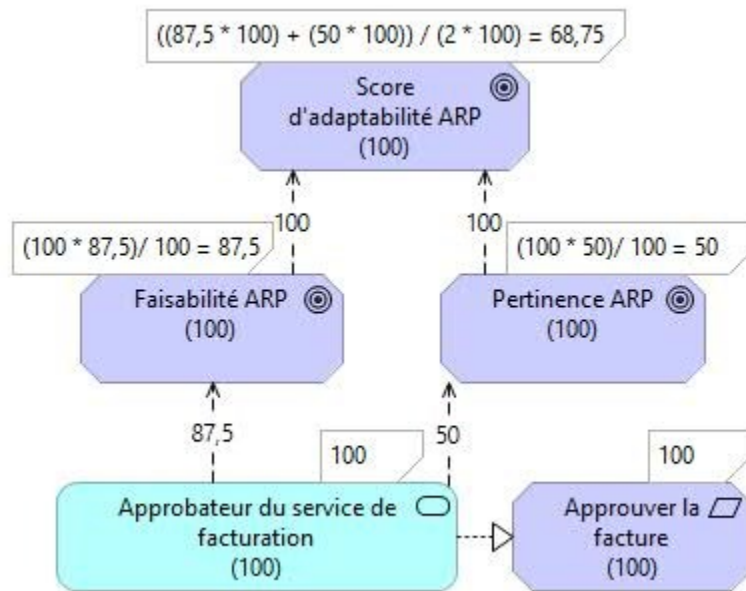
où $ie_i \cdot impValue$ et $ie_i \cdot evValue_i$ sont respectivement la valeur d'importance et la valeur d'évaluation de l'élément intentionnel ie_i .

Le score d'adaptabilité ARP d'un processus d'affaires p composé de n tâches utilisateurs, noté $p.rpaScore$, est calculé en utilisant la moyenne des scores d'adaptabilité ARP de chaque tâche utilisateur qui compose le processus d'affaires. Donc,

$$p.rpaScore = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \cdot rpaScore}{n}$$

Pour mettre en œuvre l'algorithme d'évaluation, RRPA utilise un modèle GRL basé sur Archimate. Archimate est un langage pour la modélisation de l'architecture d'entreprise qui a été adopté comme norme par l'Open Group (The Open Group, 2019). Archimate est composé de cinq niveaux, à savoir stratégie, affaires, application, technologie, et implémentation et migration et de quatre aspects, à savoir structure passive, comportement, structure active et motivation (The Open Group, 2019). Pour mettre en place l'algorithme d'évaluation, nous avons fait correspondre i) le but-doux GRL à l'aspect but Archimate, ii) le but GRL à l'aspect exigence Archimate, iii) le lien de contribution GRL à la relation d'influence Archimate, et iv) le lien moyens-fin GRL à la relation de réalisation. La Figure 5.7 illustre l'évaluation du modèle d'objectifs basé sur Archimate après l'application de l'algorithme d'évaluation GRL à l'exemple présenté dans la Figure 5.6. Ainsi, le score d'adaptabilité ARP de la tâche utilisateur « Approuver la facture » est de 68,75.

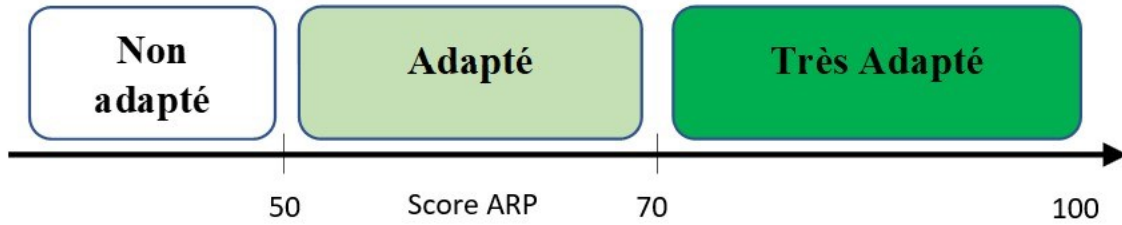
Figure 5.7 Évaluation du modèle orienté but pour la tâche de l'utilisateur « T2 : Approuver la facture »



Pour évaluer l'adaptabilité ARP d'un processus/tâche, RRPA utilise le modèle de satisfaction illustré dans la Figure 5.8. Ce modèle linéaire simple remplace le quadrant proposé dans Leshob *et al.* (2018). Le modèle de satisfaction proposé a été conçu en collaboration avec des spécialistes de l'ARP lors de la mise en œuvre de projets ARP à grande échelle de deux institutions financières. La valeur 70 est basée sur la bande automatisable proposée dans Lacity et Willcocks (2016). Ainsi,

- (1) Lorsque $p.rpaScore \leq 50$, le processus p est considéré comme « non adapté » à l'automatisation ARP.
- (2) Lorsque $50 < p.rpaScore < 70$, le processus p est considéré comme « adapté » à l'automatisation ARP.
- (3) Lorsque $p.rpaScore \geq 70$, le processus p est considéré comme « très adapté » à l'automatisation ARP.

Figure 5.8 Modèle de satisfaction ARP proposé



5.2 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la conception et le développement de la méthode RRPA ainsi que son fonctionnement en démontrant son application sur un cas théorique. Le prochain chapitre est entièrement dédié à l'évaluation de notre méthode.

CHAPITRE 6

ÉVALUATION DE L'ARTEFACT

Ce chapitre présente les résultats d'une étude empirique menée pour évaluer l'utilisabilité de la méthode proposée dans ce travail de recherche. Le reste du chapitre est organisé comme suit. La section 6.1 présente le processus d'évaluation et l'approche préconisée. La section 6.2 dresse une courte description de l'expertise des participants sélectionnés et des processus d'affaires utilisés comme objets expérimentaux. La section 6.3 présente la conception expérimentale de l'étude. La section 6.4 présente le fonctionnement et l'exécution de l'expérience. Les résultats de l'évaluation sont présentés dans la section 6.5. La section 6.6 traite des menaces à la validité des résultats de l'expérience. Enfin, la section 6.7 conclut ce chapitre.

6.1 Processus d'évaluation

Dans cette section, nous abordons l'approche qui nous permettra d'évaluer l'utilisabilité de la méthode RRPA. Selon la norme ISO 9241-11 (ISO, 2018), l'utilisabilité mesure le niveau d'efficacité, d'efficience et de satisfaction avec lequel un utilisateur peut employer un produit, un système ou un service.

Plus précisément, l'utilisabilité est définie comme étant :

« La mesure dans laquelle un système, produit ou service peut être utilisé par des utilisateurs spécifiques pour atteindre des objectifs spécifiques avec efficacité, efficience et satisfaction dans un contexte d'utilisation spécifié. L'efficacité désigne la précision de la réalisation d'objectifs spécifiques par les utilisateurs. L'efficience concerne les ressources (par exemple, le temps, les compétences techniques avancées) utilisées pour atteindre l'objectif. La satisfaction mesure les réponses physiques, cognitives et émotionnelles des utilisateurs après avoir utilisé le système. » [Notre traduction] (ISO, 2018, p. 36)

Autrement dit, l'efficacité caractérise la mesure de l'atteinte du but pour laquelle la méthode a été conçue (p. ex. : elle est applicable et calcule un score qui mesure efficacement l'adaptabilité du processus d'affaires à l'ARP). L'efficience mesure quant à elle le résultat en fonction des ressources requises pour la mise en place ou l'application de la méthode RRPA, dont l'effort, le temps, etc. Nous souhaitons donc valider le niveau d'efficacité et d'efficience de notre méthode. Nous souhaitons également valider l'applicabilité et la pertinence des techniques et mesures utilisées pour évaluer les aspects de faisabilité ARP et de pertinence ARP. Plus précisément, le but de l'expérience est de répondre aux questions suivantes :

(1) Les techniques utilisées par la méthode RRPA pour évaluer l'adaptabilité (faisabilité ARP et pertinence ARP) des processus d'affaires à l'ARP sont-elles applicables et pertinentes?

- La technique est applicable si elle peut être instanciée. Par exemple, la technique utilisée pour évaluer la faisabilité ARP est applicable s'il est toujours possible de : i) classifier les règles d'affaires inhérentes à chaque tâche utilisateur et ii) calculer un score de faisabilité ARP. La technique utilisée est pertinente si elle fournit une mesure pertinente du potentiel d'automatisation avec la technologie ARP.

(2) La méthode RRPA est-elle efficace pour évaluer l'adaptabilité des processus d'affaires à l'automatisation à l'aide de l'ARP?

(3) La méthode RRPA est-elle efficiente, dans le sens où elle ne nécessite pas de compétences techniques avancées pour évaluer l'adaptabilité des processus d'affaires à l'automatisation à l'aide de l'ARP?

Pour mener l'expérience, nous avons utilisé le paradigme "Goal-Question Metric" (GQM) proposé par Basili *et al.* (1994c). Le paradigme GQM définit trois niveaux : (i) l'objectif de l'expérience, (ii) les questions utilisées pour caractériser la manière d'atteindre les objectifs définis et (iii) les mesures utilisées pour répondre aux questions.

6.1.1 Approche d'évaluation sélectionnée

L'évaluation sera menée à l'aide du paradigme "Goal-Question Metric" (GQM) de Basili et Rombach (1988). Originellement, GQM fut conçu et développé pour répondre aux besoins en termes d'évaluation des défauts à la NASA et est basé sur le paradigme d'amélioration des processus de génie logiciel (Basili *et al.*, 1994b). L'approche a par la suite évolué pour s'appliquer à différents types de projets (Basili, 1992). Plus récemment, Berander et Jönsson (2006) ont élargi la portée de GQM en proposant une approche qui permet de prioriser les mesures observées à un niveau organisationnel. GQM est un paradigme qui permet de vérifier si les objectifs définis lors de l'étape d'évaluation sont atteints en mesurant de façon quantitative le degré d'achèvement de ces objectifs (Basili et Rombach, 1988).

Le but du paradigme GQM est donc de définir les objectifs d'un projet et ensuite de les évaluer dans un environnement particulier afin de confirmer la qualité du produit, du processus ou de l'artefact qui a été conçu (Basili *et al.*, 1994b). Ce paradigme est largement utilisé dans le domaine des technologies de l'information (TI), car son approche systématique permet de vérifier de manière factuelle si le produit, le processus ou l'artefact développé répond au besoin initial (Basili et Rombach, 1988). Selon Basili (1992), l'aspect mesure doit adopter une approche "top down" de manière à ce que les mesures définies soient alignées avec les objectifs de haut niveau du projet ainsi qu'aux objectifs d'évaluation. Toutefois, l'interprétation des résultats se fait de manière "bottom-up" (Berander et Jönsson, 2006). Grâce à ce paradigme, il est possible de lier facilement des objectifs à des questions en interprétant ces dernières à l'aide de mesures qui leur sont associées.

L'extrait de l'application de l'approche GQM est la définition d'un système de mesures utilisant des règles pour analyser les données recueillies (Basili *et al.*, 1994a). Ce modèle systématique peut être illustré en trois niveaux hiérarchiques distincts (voir Figure 6.1). Comme illustré sur la Figure 6.1, GQM définit trois niveaux : i) les objectifs ("Goal") de l'expérience (niveau conceptuel), ii) les questions ("Question") permettant d'atteindre les objectifs fixés au niveau conceptuel (niveau opérationnel), et iii) les mesures ("Metric") qui permettront de répondre aux questions (niveau quantitatif) (Basili *et al.*, 1994c).

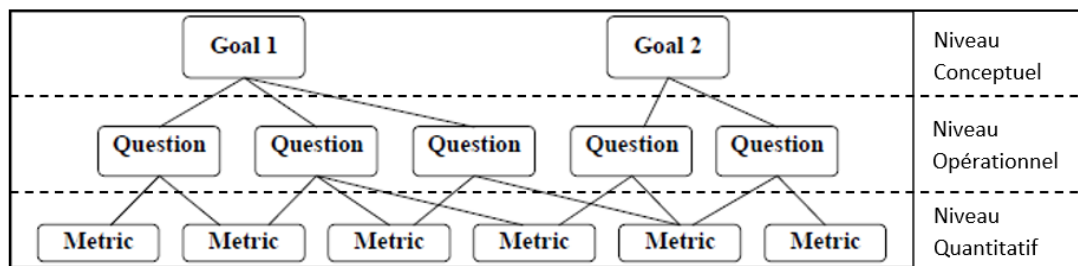
Le niveau conceptuel représente les objectifs. Un objectif est défini pour évaluer la qualité d'un objet dans un environnement contrôlé. Dans le contexte de GQM, un objet peut être représenté par un produit (artefact, livrable, documentation), un processus ou une ressource (humaine, matérielle, logicielle, etc.). La rédaction d'un objectif doit prendre en considération trois critères : 1) le but, 2) la perspective, et 3) l'environnement (Basili et Rombach, 1988). Le but est une définition spécifique de ce que l'on cherche à accomplir (pourquoi). La perspective définit l'élément de qualité (quoi) par rapport à un point de vue particulier (qui). L'environnement consiste à énumérer les contraintes, les outils ou le contexte dans lequel l'objet sera utilisé (où). Ce niveau est très important, car il guide les deux suivants.

Le niveau opérationnel représente les questions. À ce niveau, un ensemble de questions est défini afin de déterminer comment l'objectif sera évalué. C'est-à-dire qu'une question permettra de déterminer si un objectif est atteint. Une question caractérise un objet mesuré en fonction des aspects de qualité à être évalués selon un point de vue particulier. Il est important de noter que la détermination de l'atteinte d'un objectif peut être caractérisée par plusieurs questions et qu'une question peut contenir plusieurs mesures.

Le niveau quantitatif représente les mesures. Les données pertinentes à l'évaluation de l'objet sont collectées à ce niveau. Pour chaque question, on détermine une ou plusieurs mesures permettant d'y répondre quantitativement. Il existe 2 types de données :

1. Objectives : Ce sont des données qui sont basées sur des faits sur l'objet mesuré et non sur l'interprétation de l'évaluateur. Ces données sont souvent basées sur une échelle à intervalle ou ratio (Basili, 1992).
2. Subjectives : Ce sont des données qui sont basées non seulement sur l'objet mesuré, mais également sur l'interprétation de l'évaluateur. Autrement dit, elles sont des données représentant une estimation ou un degré de classification. Ces données sont souvent basées sur une échelle nominale ou ordinale (Basili, 1992).

Figure 6.1 Niveaux de structure hiérarchiques de GQM



Source : Adaptation de Basili et al. (1994). The Goal Question Metric Approach. *Encyclopedia of Software Engineering*, volume 2, p. 3.

6.1.2 Élaboration des objectifs GQM

Le but de notre évaluation a été mentionné à la section 6.1. Nous souhaitons évaluer l'efficacité et l'efficacité de la méthode. Plus précisément, sous forme d'objectifs GQM, nous souhaitons valider:

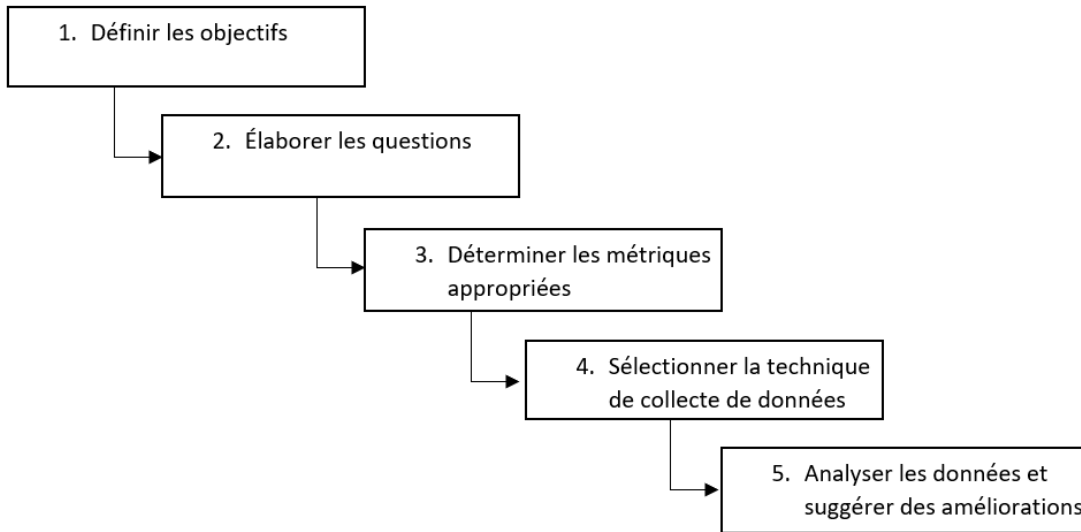
- 1) Que les techniques employées par notre méthode évaluant l'adaptabilité des processus d'affaires pour l'ARP sont applicables et pertinentes,
- 2) Que notre méthode est efficace. Par exemple, nous voulons valider que la méthode est applicable et qu'elle calcule un score qui reflète fidèlement l'adaptabilité d'un processus d'affaires à l'automatisation à l'aide de l'ARP,
- 3) Notre méthode est efficace. Dans ce contexte, nous souhaitons valider la facilité à employer notre méthode (p. ex. : la méthode ne requiert pas de compétences avancées avec l'ARP et/ou l'APA pour être en mesure de bien mesurer l'adaptabilité des processus d'affaires pour la technologie ARP).

Tableau 6.1 Objectifs GQM pour l'évaluation de RRPA

Code d'objectifs GQM	Description de l'objectif GQM
O1	Vérifier que les techniques employées par notre méthode évaluant l'adaptabilité des processus d'affaires pour l'ARP soient applicables et pertinentes
O2	Vérifier que notre méthode soit efficace (p. ex. : elle est applicable et calcule un score qui mesure efficacement l'adaptabilité d'un processus d'affaires à l'automatisation à l'aide de l'ARP)
O3	Notre méthode est efficiente. Dans ce contexte, nous souhaitons valider la facilité à employer notre méthode (p. ex. : la méthode ne requiert pas de compétences avancées avec l'ARP et/ou l'APA pour être en mesure de bien mesurer l'adaptabilité des processus d'affaires pour la technologie ARP)

Le processus de l'approche GQM peut être découpé en cinq activités telles que vues sur la Figure 6.2 (Basili, 1992). Dans cette section, nous avons présenté la première activité, celle-ci correspond à la définition des objectifs à évaluer. La deuxième activité est l'élaboration de questions définies à partir des objectifs. En troisième lieu, les mesures qui permettront de mesurer quantitativement et de répondre aux questions de la deuxième activité sont établies. Nous présentons les questions et les mesures à la section 6.3. La quatrième activité consiste à sélectionner la technique qui sera utilisée pour collecter les données. La section 6.4 présente la façon dont les données ont été collectées. Quant à la cinquième et ultime activité, elle vise à analyser les données recueillies aux étapes précédentes une fois la collecte terminée. Cette analyse permet d'infirmer ou confirmer l'atteinte des objectifs et de formuler des suggestions pour améliorer l'objet développé. Nous présentons cette analyse à la section 6.5.

Figure 6.2 Le processus GQM



Source : Adaptation de (Basili, 1992). *Software modeling and measurement: The Goal/Question/Metric paradigm, Computer Science Technical Report Series*, p. 4.

6.2 Processus expérimentaux et participants

Pour mener à bien cette évaluation, nous avons sollicité des participants ayant une expertise dans le domaine de l'APA, notamment avec l'ARP et le GPA. Ces experts ont eu à répondre à un questionnaire permettant d'évaluer les aspects qualitatifs de notre méthode. Nous comparerons ensuite l'avis des experts aux résultats des processus expérimentaux évalués à l'aide de la méthode RRPA afin d'évaluer si la question de recherche est atteinte. La prochaine sous-section présente les processus expérimentaux qui serviront à évaluer notre méthode. Ensuite, nous dressons un portrait de la sélection des experts qui donneront leur avis sur notre méthode.

6.2.1 Processus d'affaires expérimentaux

Pour mener à bien les études empiriques, nous avons analysé vingt-deux processus d'affaires, principalement issus de la littérature ERP et du domaine manufacturier. Nous avons sélectionné

treize processus, chacun ayant au moins deux tâches de type utilisateur, par exemple, des tâches effectuées par des acteurs humains par l'entremise d'applications logicielles. Ces processus d'affaires proviennent de différentes fonctions d'entreprise afin de couvrir plusieurs scénarios d'automatisation possibles. Le Tableau 6.2 présente les processus d'affaires sélectionnés. Les modèles des treize processus se trouvent en annexe de ce document. Nous avons utilisé la norme "Business Process Model and Notation" (BPMN). BPMN est un standard de l'"Object Management Group" (OMG) pour la modélisation des processus d'affaires (OMG, 2012). Ce langage graphique permet de représenter les tâches et les flux d'un processus graphiquement dans un diagramme (Von Rosing *et al.*, 2015). Il est important de noter que les processus ont été simplifiés et modifiés légèrement dans le cadre de la recherche pour permettre l'usage de la méthode, et pour ne pas révéler d'information sensible sur notre partenaire.

6.2.2 Sélection des participants

Pour mener à bien les études empiriques, nous avons approché trois experts ARP des secteurs bancaires, d'assurances et manufacturier qui ont accepté de participer volontairement. En plus de leur expérience en ARP, tous les experts possèdent une solide expertise en gestion et automatisation des processus d'affaires. Voici une brève description de leurs profils.

- Le participant 1 est spécialiste senior ARP possédant plus de quinze ans d'expérience dans le domaine de l'automatisation de processus d'affaires dans plusieurs institutions financières canadiennes. Durant les cinq dernières années, il a mené plusieurs projets d'implémentation et de gouvernance ARP au sein d'une institution financière majeure du Canada.

Le participant 2 est un architecte de solutions possédant plus de vingt ans d'expérience dans différents projets TI dans le domaine bancaire et des assurances. Au cours des dernières années, il a participé à plusieurs projets de mise en place de l'ARP.

- La participante 3 est une Consultante en architecture d'entreprise ayant dirigé six projets GPA et ARP au cours des quatre dernières années. Elle a également dirigé des projets importants de réingénierie de processus au sein d'une institution gouvernementale. Elle

possède de fortes connaissances en systèmes ERP et en Service-Oriented Architecture (SOA).

Tableau 6.2 Processus d'affaires expérimentaux

Code du processus d'affaires	Processus d'affaires
PA1	Gestion des demandes de remboursement
PA2	Gestion du taux de change
PA3	Traitement des factures
PA4	Surveillance des transactions
PA5	Gestion des réclamations d'assurance
PA6	Processus d'expédition
PA7	Traitement de la paie
PA8	Gestion de la trésorerie
PA9	Vérification quotidienne des chèques bancaires
PA10	Processus d'intégration d'employés
PA11	Réception de facture
PA12	Processus d'approvisionnement
PA13	Réconciliation des frais de transport

6.3 Conception expérimentale

Dans cette section, nous présentons la conception expérimentale. Pour évaluer l'utilisabilité de la méthode RRPA du point de vue des experts, les questions suivantes ont été encodées :

- (1) Q1 : Les techniques utilisées par la méthode RRPA pour évaluer la faisabilité de l'automatisation à l'aide de l'ARP sont-elles applicables et pertinentes?
- (2) Q2 : Les mesures utilisées par la méthode RRPA pour évaluer la pertinence de l'ARP sont-elles applicables et pertinentes?
- (3) Q3 : La méthode RRPA évalue-t-elle efficacement l'adaptabilité des processus d'affaires pour l'automatisation à l'aide de l'ARP?

(4) Q4 : La méthode RRPA nécessite-t-elle des compétences techniques avancées en ARP et en APA ?

Tableau 6.3 Questions GQM pour l'évaluation des objectifs d'évaluation

Code des questions GQM	Description de la question GQM
Q1	Les techniques utilisées par la méthode RRPA pour évaluer la faisabilité de l'automatisation à l'aide de l'ARP sont-elles applicables et pertinentes?
Q2	Les mesures utilisées par la méthode RRPA pour évaluer la pertinence de l'ARP sont-elles applicables et pertinentes?
Q3	La méthode RRPA évalue-t-elle efficacement l'adaptabilité des processus d'affaires pour l'automatisation à l'aide de l'ARP?
Q4	La méthode RRPA nécessite-t-elle des compétences techniques avancées en ARP et en APA ?

Pour mener l'expérience, nous avons présenté les treize processus du Tableau 6.2 aux experts et leur avons demandé de répondre aux questions dans le contexte de chaque processus. Pour les Q1 et Q2, nous avons demandé aux experts de juger si les techniques et les mesures utilisées par la méthode RRPA, telles qu'instanciées pour un processus particulier, étaient perçues comme applicables et pertinentes. Pour les questions Q3 et Q4, nous avons demandé aux experts d'évaluer si la méthode RRPA, telle qu'instanciée pour un processus particulier, était perçue comme efficace (Q3) et efficiente (Q4). Pour chaque question, un espace supplémentaire était disponible pour permettre aux participants d'ajouter des commentaires afin d'expliquer leurs réponses.

Pour évaluer l'efficacité et l'efficience de la méthode RRPA, nous avons défini les variables suivantes pour chaque processus du Tableau 6.2 :

- La variable qui mesure l'applicabilité et la pertinence des techniques utilisées par la méthode RRPA pour évaluer l'aspect faisabilité a une valeur entre 0 et 1. Cette valeur représente le ratio des tâches utilisateurs du processus pour lesquelles les experts ont trouvé les techniques proposées applicables et pertinentes sur l'ensemble des tâches utilisateur. Ainsi, la valeur résultante est présentée sous forme de fraction ($\frac{A}{B}$). Le dénominateur B désigne le nombre total de tâches utilisateurs dans le processus. Le numérateur désigne le nombre de tâches utilisateurs dans le processus pour lesquelles l'expert a trouvé les techniques applicables et pertinentes. Par exemple, la valeur $\frac{2}{3}$ signifie que les techniques sont applicables et pertinentes pour deux tâches utilisateurs sur les trois tâches utilisateurs du processus.
- La variable qui mesure l'applicabilité et la pertinence des mesures utilisées par la méthode RRPA pour évaluer la pertinence de l'ARP a une valeur de 0 ou 1. La valeur 1 signifie que la mesure a été jugée applicable et pertinente. La valeur 0 signifie que les mesures ont été jugées non applicables ou non pertinentes.
- Pour évaluer l'efficacité de la méthode RRPA, nous devons comparer l'évaluation de l'adaptabilité ARP faite par les experts à celle faite par RRPA. Ainsi, la variable qui mesure l'efficacité de la méthode est basée sur le modèle de satisfaction qui soutient la méthode RRPA. Elle peut prendre trois valeurs : 0 signifie que le processus en question n'est pas jugé « adapté » à l'automatisation à l'aide de technologies d'ARP ; 2 signifie que le processus est jugé « très adapté » à l'automatisation à l'aide de technologies d'ARP; et 1 signifie que le processus a été jugé « adapté » à l'automatisation à l'aide de technologies d'ARP, mais ne devrait pas être priorisé.
- Pour évaluer l'efficience de la méthode RRPA, nous avons utilisé une variable basée sur la “ Single Ease Question ” (SEQ) pour évaluer à quel point il est facile d'utiliser la

méthode RRPA. SEQ utilise une échelle de notation à 7 points, allant de « très difficile » à « très facile » (Sauro et Lewis, 2012).

Ainsi, nous avons 52 (13 x 4) variables. À partir de ces variables, nous avons dérivé 52 hypothèses :

$H1i_0$: Les techniques utilisées par la méthode RRPA pour évaluer la faisabilité ARP n'étaient pas applicables ou pertinentes/ $H1i_a = \neg H1i_0$; pour $i = 1$ à 13

$H2i_0$: Les mesures utilisées par la méthode RRPA pour évaluer la pertinence ARP n'étaient pas applicables ou pertinentes/ $H2i_a = \neg H2i_0$; pour $i = 1$ à 13

$H3i_0$: La méthode RRPA a été jugée inefficace/ $H3i_a = \neg H3i_0$; pour $i = 1$ à 13

$H4i_0$: La méthode RRPA a été jugée inefficace/ $H4i_a = \neg H4i_0$; pour $i = 1$ à 13

6.4 Fonctionnement et exécution de l'expérience

L'expérience a été menée en utilisant la plateforme Zoom. Nous avons mené l'expérience à l'aide de matériel pédagogique pour présenter la méthode RRPA aux experts. Tout le matériel d'instrumentation utilisé dans cette expérience est disponible sur <https://tinyurl.com/2xjw58xr>. Il comprend :

- (1) les modèles BPMN de chaque processus du Tableau 6.2 (voir Annexe B),
- (2) une description détaillée de chaque processus d'affaires, comprenant pour chaque tâche du processus i) les règles qui la gouvernent, ii) son contexte ARP, iii) le nombre moyen de fois qu'elle est effectuée par jour, et iv) sa propension aux erreurs humaines (faible, moyenne ou élevée) (voir Annexe C),
- (3) des diapositives de formation avec un aperçu de la méthode RRPA,

(4) les résultats détaillés obtenus après l'application de la méthode RRPA au processus expérimental. Les résultats contiennent le score d'adaptabilité ARP de chaque tâche et de chaque processus après l'application de la méthode RRPA aux processus du Tableau 6.2,

(5) un questionnaire pour recueillir les données. (Voir Annexe A⁵)

L'expérience a été menée en une seule session d'environ quatre heures. Nous avons présenté le matériel et avons répondu aux questions posées par les participants. Ensuite, les participants ont effectué l'évaluation dans des salles de classe virtuelles séparées de la plateforme Zoom et ont soumis les résultats. Les experts ne pouvaient pas communiquer entre eux. Nous étions disponibles pour rejoindre les salles de classe virtuelle si les participants le demandaient. Le questionnaire comprenait un champ commentaire afin que les experts puissent nous en faire part au besoin. Chaque question du questionnaire explique les pondérations (p.ex., pour la question 1 la variable peut prendre une valeur de 0 ou 1, 0 étant voulant dire que la faisabilité ARP est nulle pour la tâche et 1 voulait dire que l'ARP est faisable pour cette tâche).

6.5 Résultats

6.5.1 Analyse de l'évaluation de la faisabilité ARP et de la pertinence ARP

Le Tableau 6.4 représente l'évaluation de l'applicabilité et de la pertinence des techniques et des mesures utilisées par la méthode RRPA pour évaluer l'adaptabilité de la technologie ARP dans le contexte des processus expérimentaux de la Tableau 6.2.

Les résultats montrent que les experts ont trouvé adéquates les mesures utilisées pour évaluer l'aspect de pertinence, qui évalue si l'automatisation ARP est applicable et pertinente (colonne « Pertinence » de la Tableau 6.5). Pour les participants 1 et 2, l'utilisation de la mesure du nombre de fois (Number Of Times ou NOT en anglais) que les tâches utilisateurs sont exécutées par jour et leurs propensions aux erreurs humaines (Proneness to Human Errors ou PHE en anglais) sont applicables et mesurent correctement la pertinence d'appliquer ARP. Bien que tous les experts conviennent que l'utilisation de la mesure NOT permet d'évaluer la pertinence de l'ARP (valeur 1

⁵ Le questionnaire a été présenté aux experts en anglais. La codification des processus est donc BP* (Business Processus), plutôt que PA* (Processus d'affaires) en français.

dans la Tableau 6.5), la participante 3 a constaté que la méthode RRPA devrait prendre en compte la mesure du temps moyen d'exécution (Average Execution Time ou AET en anglais) pour évaluer la pertinence de la mise en œuvre de l'ARP (colonne « Pertinence » avec un fond gris). Ainsi, l'experte a proposé d'utiliser trois mesures (NOT, PHE et AET) au lieu des deux mesures utilisées par la méthode RRPA (c.-à-d., NOT et PHE). L'experte est d'accord que la mesure PHE est pertinente pour mesurer la complexité des activités, mais cela n'est pas suffisant, car elle doit être combinée avec la mesure AET. Plus précisément, la participante 3 soutient que le temps a souvent servi de proxy pour évaluer la complexité des processus/tâches en GPA et en ARP (Lacity et Willcocks, 2016b). Elle a également souligné que la mesure AET est souvent disponible à partir des journaux et des outils de surveillance. Nous sommes d'accord avec l'experte pour incorporer les mesures PHE et AET dans la mesure de la complexité des tâches de processus.

Tableau 6.4 Évaluation des règles d'affaires gouvernant les tâches du processus d'expédition à l'aide des critères ARP

Code des tâche(s) du processus	Classe de règle d'affaires	C1	C2	C3	C4	C6	C7	C8	C9	Total
T1	Ligne directrice	x	x	x			x	x		5/8
	Règle de flux de travail (simple)	x	x	x	x	x	x	x	x	8/8
T2	Règle de production	x	x	x	x	x	x	x	x	8/8
T3	Règle de production	x	x	x	x	x	x	x	x	

Tableau 6.5 Évaluation des techniques de faisabilité ARP et des mesures de pertinence ARP

Code du processus d'affaires	Expert 1		Expert 2		Expert 3	
	Faisabilité	Pertinence	Faisabilité	Pertinence	Faisabilité	Pertinence
PA1	2/2	1	2/2	1	1/2	1
PA2	3/3	1	3/3	1	2/3	1
PA3	5/5	1	5/5	1	4/5	1
PA4	4/5	1	4/5	1	4/5	1
PA5	2/2	1	2/2	1	1/2	1
PA6	3/3	1	3/3	1	3/3	1
PA7	4/4	1	4/4	1	3/4	1
PA8	5/5	1	5/5	1	3/5	1
PA9	4/4	1	4/4	1	4/4	1
PA10	3/3	1	3/3	1	3/3	1
PA11	6/7	1	7/7	1	5/7	1
PA12	7/7	1	7/7	1	5/7	1
PA13	4/5	1	5/5	1	4/5	1

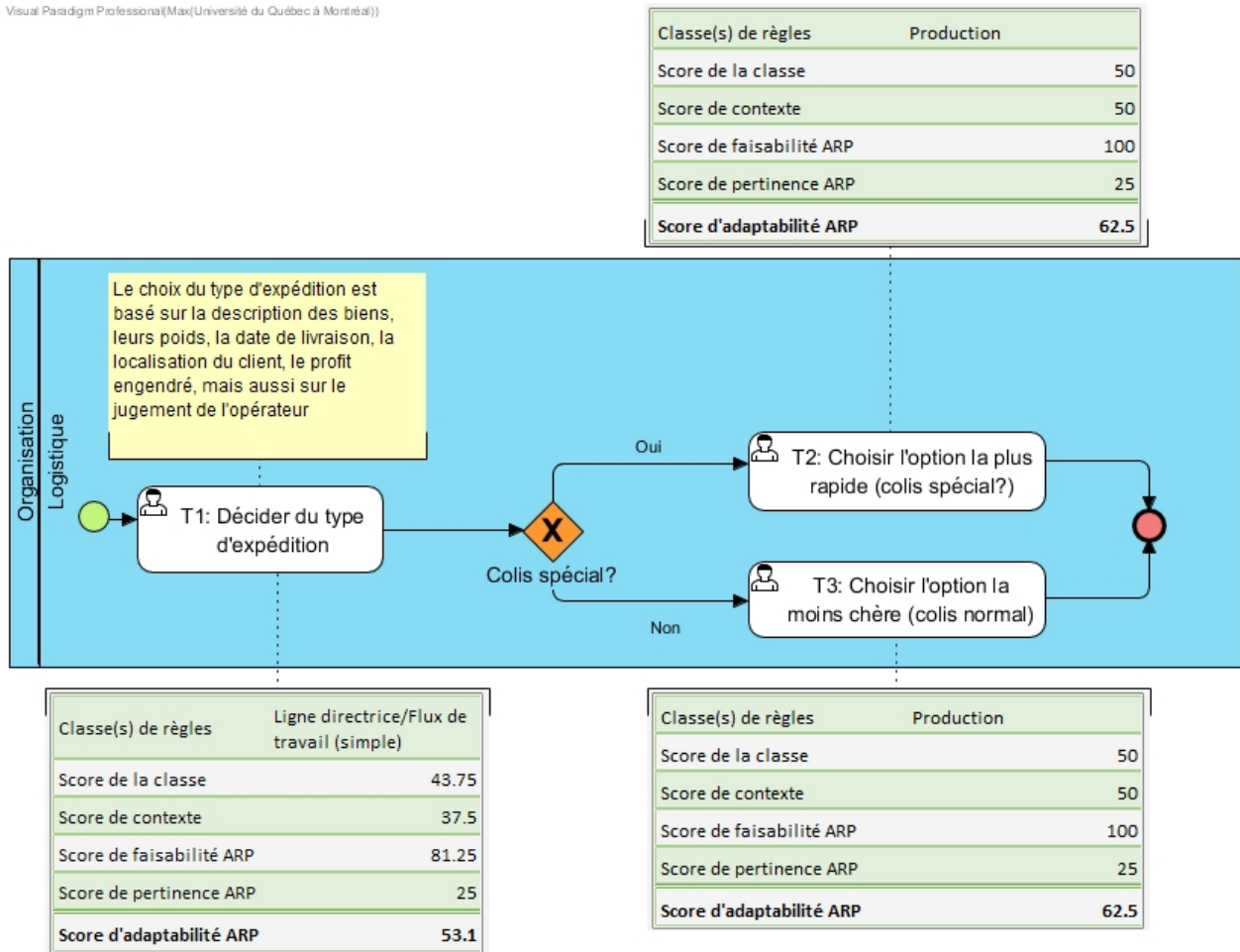
Pour évaluer l'aspect de faisabilité, les experts ont utilisé la description détaillée de chaque processus d'affaires, c'est-à-dire la description de chaque tâche de processus et des règles qui les gouvernent, en plus du modèle BPMN annoté obtenu après l'application de la méthode RRPA de chacun des processus (Figure 6.3). Rappelons que la méthode calcule les scores de faisabilité en utilisant les classes de règles d'affaires qui gouvernent les tâches du processus ainsi que le contexte des règles d'affaires. Prenons l'exemple du processus d'expédition de la Figure 6.3. La tâche T1 qui décide de l'option d'expédition est basée sur deux types de règles d'affaires, une ligne directrice pour déterminer le mode d'expédition et une règle de flux de travail qui contrôle le flux de processus. Les scores de faisabilité ARP (score de classe et score de contexte) sont indiqués dans les annotations BPMN. La tâche T1 implique plus d'une règle. Ainsi, le score de faisabilité est calculé en utilisant la moyenne des scores de faisabilité ARP de chaque règle. Rappelons aussi que la faisabilité prend en compte le contexte du processus où la règle d'affaires est exécutée. Le Tableau 6.4 montre les critères rencontrés pour cette instance de processus (les colonnes grises) pour chaque tâche du processus. La colonne « Faisabilité » de la Tableau 6.5 montre l'évaluation de l'applicabilité et de la pertinence des techniques utilisées par la méthode RRPA pour évaluer la faisabilité ARP. Comme expliqué dans la section de conception expérimentale (section 6.3), les résultats sont présentés sous la forme d'une fraction ($\frac{A}{B}$) où le dénominateur B représente le nombre total de tâches utilisateurs du processus en question et le numérateur représente le nombre de ces tâches utilisateurs pour lesquelles l'expert a jugé les techniques applicables et pertinentes. Dans l'ensemble, les résultats montrent que les experts ont trouvé les techniques qui évaluent la faisabilité ARP (potentiel d'automatisation) applicables et pertinentes à :

$$\frac{148}{55 \times 3} \times 100 = 89,70\%$$

où 148 est le nombre total de tâches utilisateurs pour lesquelles les experts ont trouvé les techniques applicables et pertinentes et 55 est le nombre total de tâches utilisateurs des processus expérimentaux.

Figure 6.3 Modèle de processus annoté

Visual Paradigm Professional(Max(Université du Québec à Montréal))



L'évaluation a soulevé les questions suivantes :

(1) Tous les experts ont remarqué que le score de faisabilité d'une règle de flux de travail qui dépend de l'exécution d'une tâche de type utilisateur doit être calculé uniquement si les règles qui la gouvernent n'ont pas été prises en compte lors du calcul du score d'une passerelle précédente (simple ou complexe). Rappelons que la méthode calcule un score de faisabilité pour une passerelle uniquement si sa règle dépend de l'exécution d'au moins une tâche de type utilisateur.

(2) Tous les experts ont proposé d'ajouter de nouvelles classes de règles pour les opérations simples d'échange telles que l'envoi de courriels et de notifications.

(3) Pour les experts 1 et 3, les tâches d'envoi et de réception, telles que l'envoi de commande et la communication des politiques de sécurité, devraient recevoir le même poids que la classe « Règle de Chargement ARP » plutôt que la classe « Règle Générique ».

(4) L'experte 3 a proposé de séparer les tâches d'envoi (« tâches d'envoi » en BPMN) des tâches composées afin d'évaluer plus précisément la faisabilité ARP. Par exemple, dans le processus de « gestion de demandes de remboursement » (PA1), l'expert a proposé de diviser les tâches où l'utilisateur remplit et valide le rapport avant de l'envoyer en deux tâches : « Remplir le rapport de dépenses » et « Soumettre le rapport ». La validation des règles s'applique uniquement à la tâche « Remplir le rapport de dépenses ». La tâche « Soumettre le rapport » devrait avoir le même score de faisabilité que les tâches gouvernées par les « Règles de Chargement ARP ».

6.5.2 Analyse de l'évaluation de l'efficacité et de l'efficacité

Pour évaluer l'aspect de l'efficacité, nous avons d'abord appliqué la méthode RRPA aux processus expérimentaux pour calculer les scores d'adaptabilité. Nous avons par la suite classé les processus selon le modèle de satisfaction illustré dans la Figure 5.8. Nous avons, ensuite, demandé aux participants d'évaluer l'applicabilité de l'ARP de chaque processus selon leur point de vue et leur expérience en utilisant la description détaillée de chaque processus. Nous leur avons demandé d'identifier les processus qui ne conviennent pas à l'ARP (valeur = 0) et les processus qui sont très adaptés à l'ARP (valeur=2). Les processus qui sont de bons candidats pour l'automatisation à l'aide de technologies ARP, mais qui ne doivent pas être prioritaires (c.-à-d., qui ne sont pas très adaptés) ont été attribués à la valeur 1.

Tableau 6.6 Score d'adaptabilité ARP après avoir appliqué RRPA

ID du processus	Score de faisabilité ARP	Score de pertinence ARP	Score d'adaptabilité	Adaptabilité ARP
PA1	90.6	25	57.8	Adapté
PA2	100	50	75	Très adapté
PA3	95	75	85	Très adapté
PA4	98.1	90	94.1	Très adapté
PA5	100	75	87.5	Très adapté
PA6	93.8	25	59.4	Adapté
PA7	100	37.5	68.8	Adapté
PA8	92.5	5	48.8	Non adapté
PA9	100	25	62.5	Adapté
PA10	95.8	33.3	64.6	Adapté
PA11	96.4	0	48.2	Non adapté
PA12	100	7.1	53.6	Adapté
PA13	100	30	65	Adapté

Le Tableau 6.6 montre les scores d'adaptabilité ARP obtenus pour chaque processus après l'application de la méthode RRPA. La colonne "Adaptabilité ARP" est basée sur le modèle de

satisfaction par défaut illustré dans la Figure 5.8. Le Tableau 6.7 montre l'évaluation de l'aspect d'efficacité de la méthode RRPA du point de vue des experts.

Les résultats montrent que dans l'ensemble, les experts ont identifié les mêmes processus « très adaptés » (les quatre processus parmi treize identifiés comme « très adaptés » par la méthode RRPA ont également été identifiés comme « très adaptés » par tous les experts). Les résultats montrent également que tous les processus classés comme « non adaptés » par la méthode RRPA ont été jugés « non adaptés » par les experts. Dans l'ensemble, les participants 1, 2 et 3 ont trouvé la méthode RRPA efficace à 92,31%, 84,62% et 69,23% respectivement, ce qui donne une efficacité moyenne de 82,05%.

Tableau 6.7 Évaluation de l'efficacité

Code du processus d'affaires	0 : Non adapté 1 : Adapté 2 : Très adapté			
	Expert 1	Expert 2	Expert 3	RRPA
PA1	1	1	0	1
PA2	2	2	2	2
PA3	2	2	2	2
PA4	2	2	2	2
PA5	2	2	2	2
PA6	1	1	1	1
PA7	0	1	0	1
PA8	0	0	0	0
PA9	1	1	1	1
PA10	1	1	1	1
PA11	0	0	0	0
PA12	1	0	0	1
PA13	1	0	0	1

Pour l'aspect d'efficience, nous voulions évaluer si la méthode RRPA est facile à utiliser. Pour ce faire, nous avons utilisé la mesure SEQ avec une échelle de notation de 7 points (de « très difficile » à « très facile ») (Sauro et Lewis, 2012). Dans l'ensemble, les participants 2 et 3 ont donné une note de 5 sur 7 pour la méthode RRPA tandis que le participant 1 l'a notée 6 sur 7, donnant ainsi un score d'efficience moyen de 76,19%. Dans l'ensemble, les participants 2 et 3 ont trouvé que l'aspect de faisabilité est relativement difficile à calculer, car il nécessite que les

utilisateurs attribuent manuellement les règles et leur contexte, pour les tâches du processus. En revanche, les participants ont souligné que le calcul des mesures de pertinence et des scores de satisfaction est efficient. La Figure 6.4 montre l'évaluation des aspects d'efficacité et d'efficience par expert. Finalement, la Figure 6.5 montre une visualisation des scores ARP par processus.

Figure 6.4 Évaluation des aspects d'efficacité et d'efficience par les experts

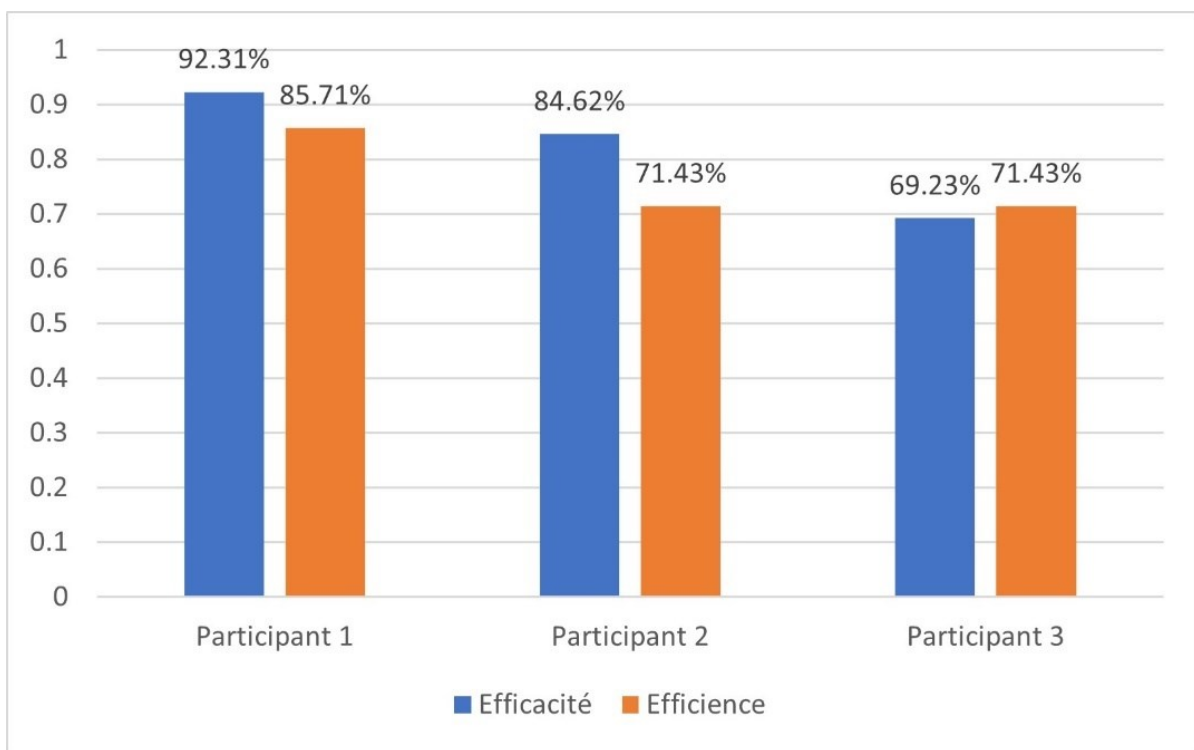
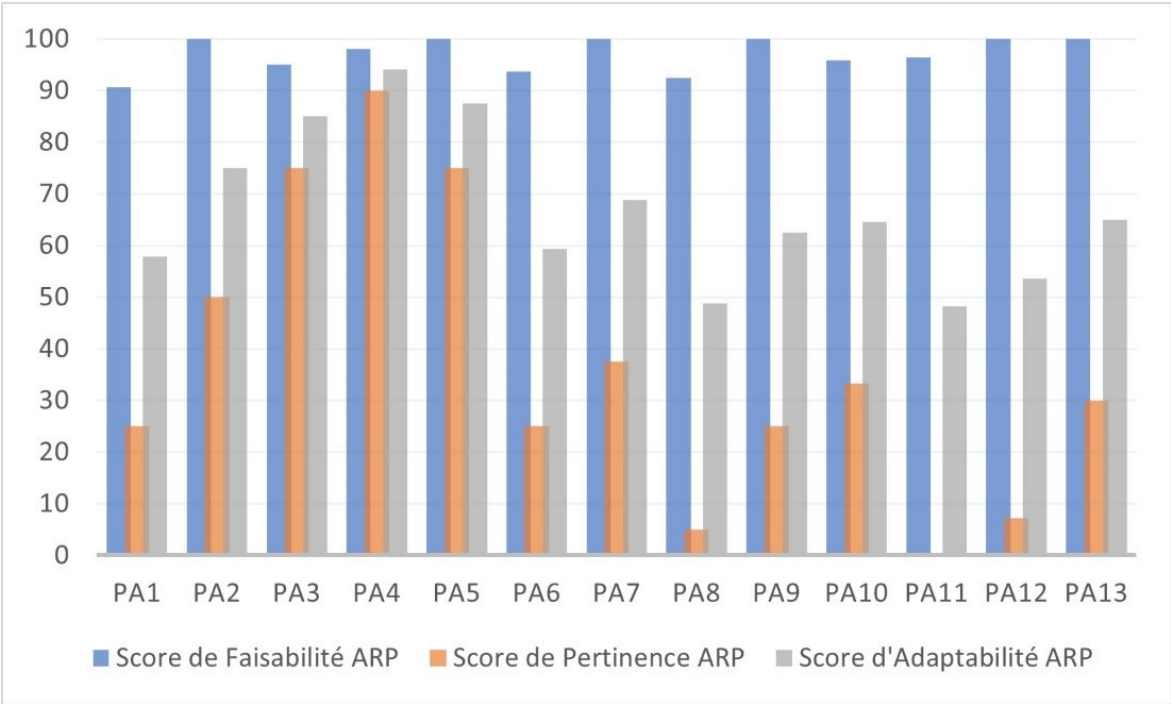


Figure 6.5 Visualisation des scores ARP par processus d'affaires



6.6 Menaces à la validité

Cette section explore les principales menaces qui pourraient avoir compromis la validité des résultats de l'expérience. Nous considérons les menaces à la validité interne et externe comme discuté dans Cook et Campbell (1979).

Validité interne : Les menaces à la validité interne compromettent la confiance à confirmer une relation entre les variables indépendantes et dépendantes. Cela est pertinent lorsque l'objectif de l'étude est d'établir une relation de cause à effet entre les variables. Dans le contexte de l'expérience, les menaces à la validité interne étaient liées à l'expérience des participants, qui pourrait avoir un impact sur leur évaluation i) des techniques utilisées pour évaluer la faisabilité ARP, ii) des mesures qui évaluent la pertinence ARP, et iii) de l'efficacité de la méthode RRPA. Pour atténuer le risque lié au profil des experts, nous avons défini un ensemble de compétences minimales à respecter par les participants. La sélection des experts était basée sur leur forte expérience professionnelle et leurs connaissances en matière de GPA, d'ARP et d'APA. Nous notons également que l'échange d'informations entre les participants représente une autre menace pour la validité interne. Dans le contexte particulier de l'expérience, nous avons éliminé cette menace en assignant les participants à des salles de classe séparées sur la plateforme Zoom.

Validité externe : Les menaces à la validité externe pourraient compromettre la généralisation des résultats de l'expérience. La principale menace externe vient de la possibilité que les processus d'affaires sélectionnés (Tableau 6.2) ne soient pas représentatifs d'autres types de processus d'affaires. Pour résoudre ce problème, nous avons analysé plus de vingt processus d'affaires et sélectionné treize processus couvrant différents domaines d'activités avec suffisamment de tâches utilisateurs pour nous permettre d'évaluer leur adaptabilité à l'ARP. Néanmoins, nos résultats pourraient être valides uniquement pour les processus expérimentaux, et d'autres répliques sont nécessaires pour améliorer la généralisabilité des résultats.

6.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre évaluation de la méthode RRPA. Nous y avons décrit notre processus d'évaluation incluant l'approche que nous avons choisie, les processus expérimentaux ainsi que les experts ayant participé, la conception expérimentale, le fonctionnement de l'expérience, les résultats obtenus et les menaces potentielles à la validité des résultats. Les résultats démontrent que la méthode développée produit des résultats applicables et pertinents dans le calcul de la faisabilité ARP, de la pertinence ARP et de l'adaptabilité des processus d'affaires à l'ARP. De plus, l'évaluation a permis de répondre positivement à la question de recherche et ainsi valider l'hypothèse de départ. Les scores d'adaptabilité ARP produits par la méthode RRPA ont permis d'évaluer et d'identifier sensiblement les mêmes processus d'affaires comme étant adaptés, non adaptés ou très adaptés à l'automatisation à l'aide de technologies d'ARP, que les experts humains. Avec la méthode RRPA, les professionnels ayant peu ou pas d'expérience en ARP pourront donc donner un ordre de priorité aux processus d'affaires à automatiser. Le prochain chapitre sert de conclusion à ce travail de recherche.

CHAPITRE 7

CONCLUSION

Ce chapitre conclut ce travail de recherche présenté dans le cadre du programme de maîtrise en technologies de l'information de l'Université du Québec à Montréal. La section 7.1 dresse une synthèse des contributions de notre recherche. La section 7.2 identifie de futures extensions possibles à ce travail de recherche. Une conclusion finale est présentée à la section 7.3.

7.1 Contributions

La contribution de ce travail de recherche est une méthode basée sur des règles d'affaires, appelée RRPA, pour guider les professionnels et les organisations dans l'évaluation de l'adaptabilité des processus d'affaires pour l'ARP. RRPA aide les professionnels de l'automatisation de processus d'affaires à classer les processus d'affaires en fonction de leur adaptabilité pour l'ARP. RRPA étend la méthode proposée dans Leshob *et al.* (2020) en permettant aux organisations de calculer le score d'adaptabilité ARP en utilisant non seulement les classes de règles d'affaires qui sous-tendent les tâches utilisateurs, mais également le contexte spécifique au processus. La nouveauté de ce travail de recherche est quadruple : i) il utilise un modèle extensible de classification de la logique d'affaires qui sous-tend les tâches utilisateurs du processus, ii) il est flexible et adaptable en fonction des besoins spécifiques des organisations (p. ex., les utilisateurs peuvent adapter le modèle de pertinence pour définir de nouvelles mesures qui reflètent mieux le nombre moyen de transactions ou la propension aux erreurs humaines), iii) il est facile à mettre en œuvre par des utilisateurs tels que des analystes d'affaires sans avoir à devenir des spécialistes de l'ARP, et iv) il calcule automatiquement le score d'adaptabilité ARP à l'aide d'un modèle orienté buts (GRL). Nous avons également contribué à l'avancement de la connaissance sur l'ARP en publiant un article d'exploration lors de la conférence internationale ICE-B en 2020 ("International Conference on E-Business") (Leshob *et al.*, 2020). Un autre article dont je suis le premier auteur est en cours d'évaluation dans la prestigieuse revue "ACM

Transactions on Management Information Systems” (TMIS). Le titre de l’article est : “A Rule-based Method to Effectively Adopt Robotic Process Automation” (Bédard *et al.*(2023)).

Pour évaluer la méthode, nous avons sollicité l’avis d’experts dans le domaine de l’automatisation de processus d’affaires. Ces experts ont donné leurs avis sur la faisabilité ARP et la pertinence ARP d’une liste de processus expérimentaux. En compilant ces données et en comparant l’avis des experts avec l’application de notre méthode pour les mêmes processus expérimentaux, nous avons calculé que le taux d’efficacité moyen de la méthode RRPA est de 82,05% et que le taux d’efficience moyen est de 76.19%. Ces résultats confirment l’utilisabilité de la méthode, c’est-à-dire que les techniques utilisées par la méthode RRPA pour calculer l’adaptabilité (la capacité d’un processus d’affaires à se prêter à l’ARP) sont pertinentes et applicables et que la méthode ne requiert pas nécessairement de compétences avancées en ARP pour l’utiliser adéquatement.

Ce sont principalement les organisations qui bénéficieront de la méthode RRPA. En effet, notre méthode vise à guider les organisations dans l’adoption de l’ARP. Grâce à cette méthode, les professionnels (p. ex., analyste d’affaires, spécialiste de processus) au sein des organisations pourront non seulement déterminer si un processus est adapté à l’ARP, mais également ordonnancer les processus en ordre de priorité afin de prioriser les processus rapportant le plus de valeur à automatiser. Ce faisant, les organisations augmenteront leur compétitivité sur le marché en tirant avantage de la technologie ARP. L’ARP peut apporter plein d’avantages pour les organisations comme une augmentation de la productivité, une amélioration de la qualité de service, et une diminution du temps de livraison. De plus, les employés peuvent être déchargés de tâches fastidieuses et répétitives (IRPAAI, 2018).

Un autre aspect novateur de la méthode est l’utilisation d’un modèle orienté but (GRL) qui utilise un algorithme afin de calculer le score d’adaptabilité. Nous proposons des valeurs de contributions et d’importance par défaut aux sous-buts (faisabilité ARP et pertinence ARP) calculant l’adaptabilité ARP. Cependant, ces valeurs peuvent être ajustées en fonction de l’importance qu’accorde l’organisation aux composantes contribuant au calcul de l’adaptabilité ARP. Cela permet aux organisations d’adapter la méthode selon leurs besoins (p. ex., l’analyste d’affaires souhaite prioriser une tâche d’un processus en particulier).

7.2 Travaux futurs

Ce document pose les bases d'un projet de recherche à long terme qui vise à concevoir et à développer des méthodes et des outils pour aider les organisations à adopter et à mettre en œuvre efficacement l'approche d'ARP.

Pour de futures recherches, nous souhaitons améliorer la méthode RRPA. Premièrement, nous souhaitons développer un prototype expérimental qui prendra en charge la méthode proposée dans le but d'automatiser la classification de règles d'affaires qui sous-tendent la logique d'affaires des tâches utilisateur. Nous avons déjà débuté les travaux pour ce prototype. Pour représenter les règles d'affaires qui gouvernent les tâches utilisateurs, le prototype utilisera la "Decision Management and Notation" (DMN) (Object Management Group (OMG), 2021), un langage de modélisation de l'OMG pour décrire et modéliser les décisions d'affaires et les règles d'affaires.

Dans l'avenir, nous prévoyons également concevoir et développer un cadre ARP complet qui se déploiera sous forme de plate-forme web et qui prendra en charge les tâches plus complexes nécessitant des capacités cognitives élevées (ARP 4.0) en utilisant les langages BPMN et de "Case Management Model and Notation" (CMMN) (Object Management Group (OMG), 2016).

7.3 Conclusion

L'ARP est une technologie logicielle qui automatise les tâches manuelles et répétitives dans les processus d'affaires (Lacity et Willcocks, 2016b). L'ARP utilise des robots logiciels qui imitent les comportements humains lorsqu'ils effectuent des tâches de processus en interagissant avec les systèmes existants via l'interface utilisateur (IRPAAI, 2018). Le but de l'ARP est de soulager les employés des tâches répétitives et fastidieuses, d'augmenter la productivité, de réduire les délais et d'améliorer la qualité (Leshob *et al.*, 2020). Jusqu'à maintenant, les organisations peinent à adopter l'ARP efficacement (Leshob *et al.*, 2020 ; Syed *et al.*, 2020), car elles n'arrivent pas à identifier les processus qui se prêtent à l'ARP efficacement, ce qui est un élément clé dans l'adoption et la mise en œuvre de l'ARP (Geyer-Klingeberg *et al.*, 2018). De plus, pour le moment l'expertise ARP est rare (Da Silva Costa *et al.*, 2022), et les méthodes et outils existants

pour l'adoption de l'ARP ne conviennent pas à toutes les organisations. Avec la méthode RRPA, nous souhaitons contribuer à faciliter l'adoption et la mise en œuvre de l'ARP dans les organisations. De plus, notre recherche pose les bases pour d'autres travaux visant à faciliter l'adoption et la mise en œuvre de l'ARP. Les résultats de notre évaluation montrent que notre méthode est prometteuse, mais il reste plusieurs défis de recherche à relever dans le futur afin d'améliorer sa portée.

ANNEXE A
QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION

Question 1: Are the techniques used by the RRPA method to assess the RPA feasibility applicable?		
<i>The variable that measures the applicability of the techniques used by the RRPA method to assess the feasibility aspect has a value between 0 and 1. This value represents the ratio of the process user activities for which the experts found the proposed techniques applicable and relevant out of all process user activities. Thus, the resulting value is presented in the form of a fraction (A/B). The denominator B designates the total number of user activities in the process. The numerator denotes the number of user activities within the process that the expert found the techniques used by the RRPA method to assess the feasibility techniques applicable and relevant. For example, the value 2/3 means that the techniques apply to two user activities out of the three user activities of the process.</i>		
Business Process	Feasibility	Comments
BP1	/2	
BP2	/3	
BP3	/5	
BP4	/5	
BP5	/2	
BP6	/3	
BP7	/4	
BP8	/5	
BP9	/4	
BP10	/3	
BP11	/7	
BP12	/7	
BP13	/5	

Question 2: Are the metrics used by the RRPA method to assess the RPA relevance applicable?

The variable that measures the applicability of the metrics used by the RRPA method to assess the relevance aspect has a value between 0 and 1. The value 0 means that the metrics were found as not applicable. The value 1 means that the metric was found to be applicable. A value exclusively between 0 and 1 means that metrics were found to be applicable but other metrics are also applicable and should be used by the RRPA method. In this case, the resulting value is represented as a fraction of the metrics used by the RRPA method relative to all the metrics proposed by the experts.

Business Process	Relevance	Comments
BP1	/	
BP2	/	
BP3	/	
BP4	/	
BP5	/	
BP6	/	
BP7	/	
BP8	/	
BP9	/	
BP10	/	
BP11	/	
BP12	/	
BP13	/	

Question 3: Does the RRPA method effectively assess the suitability of business processes for RPA?
 0 for the processes that are not suitable for RPA. 2 for the process that are highly suitable for RPA. 1 for the processes that are good candidates for RPA automation but should not be prioritized (i.e., are not highly suitable).

Business Process	Effectiveness	Comments
BP1	0 1 2	
BP2	0 1 2	
BP3	0 1 2	
BP4	0 1 2	
BP5	0	

	1 2	
BP6	0 1 2	
BP7	0 1 2	
BP8	0 1 2	
BP9	0 1 2	
BP10	0 1 2	
BP11	0 1 2	
BP12	0 1 2	
BP13	0 1 2	

Question 4: Does the RRPA method require advanced technical skills in RPA and process automation to be applied?
The variable that measures the efficiency uses the Single Ease Question (SEQ) metric to assess how difficult users find the RRPA method. SEQ is a 7-point rating scale (from 'very difficult' to 'very easy')

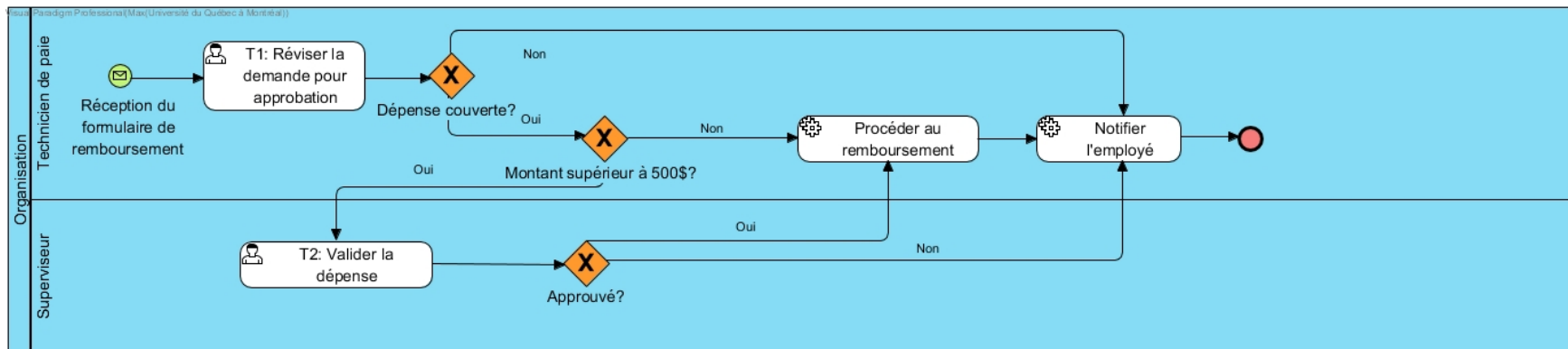
Business Process	Efficiency	Comments
BP1	1 2 3 4 5 6 7	
BP2	1 2 3 4 5 6 7	
BP3	1 2 3 4 5 6 7	
BP4	1 2 3 4 5 6 7	
BP5	1 2 3 4 5 6 7	
BP6	1 2 3 4 5 6 7	
BP7	1 2 3 4 5 6 7	
BP8	1 2 3 4 5 6 7	
BP9	1 2 3 4 5 6 7	
BP10	1 2 3 4 5 6 7	
BP11	1 2 3 4 5 6 7	
BP12	1 2 3 4 5 6 7	

BP13	1 2 3 4 5 6 7	
-------------	----------------------	--

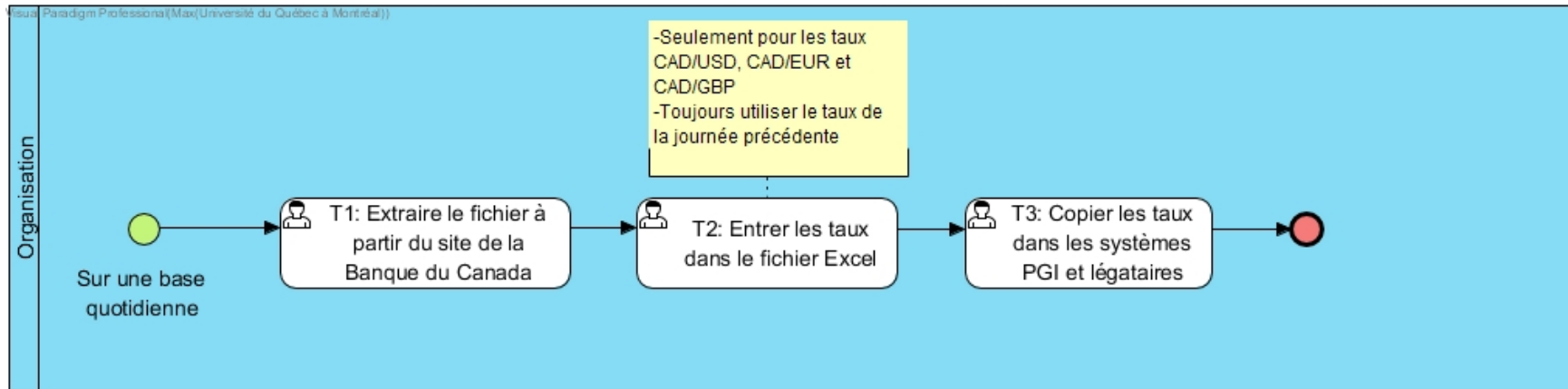
ANNEXE B

MODÉLISATION DES PROCESSUS D'AFFAIRES EXPÉRIMENTAUX

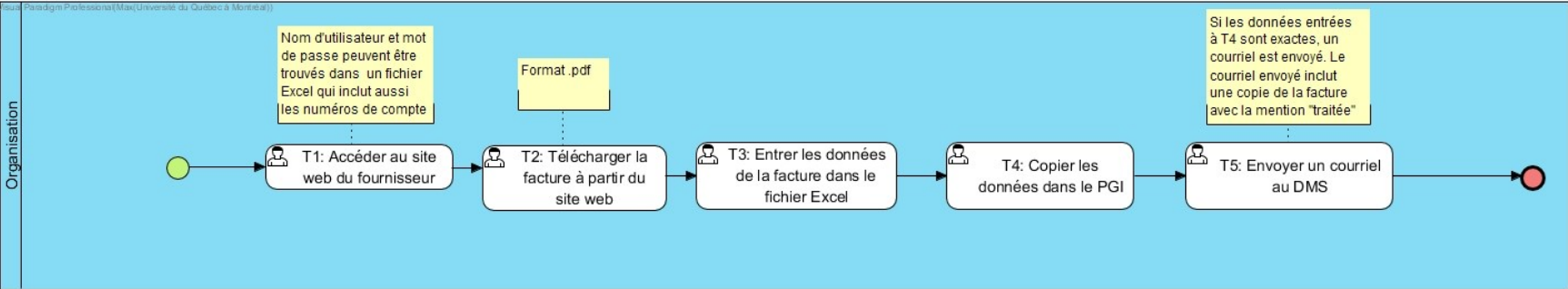
PA1 – Processus de demande de remboursement d'une dépense



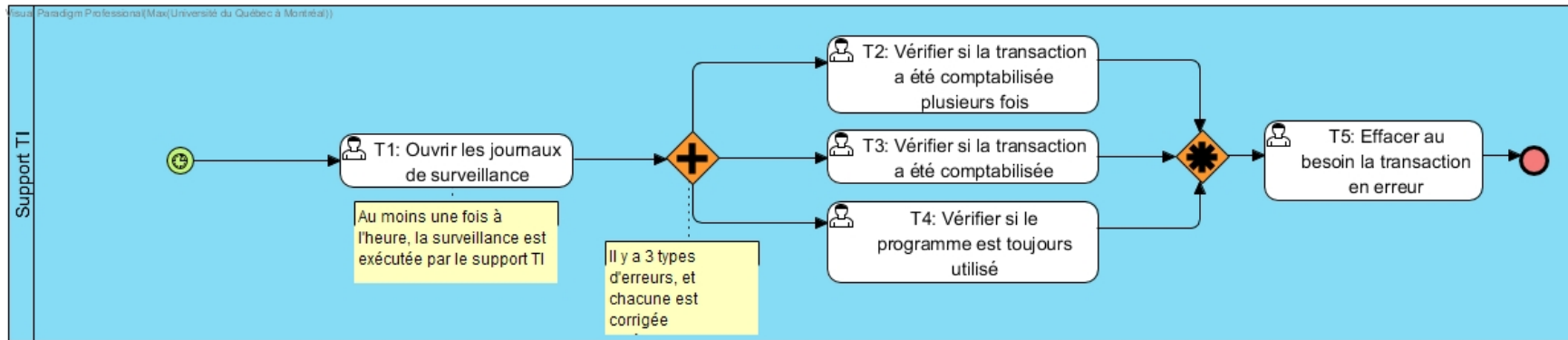
PA2 - Processus de gestion des taux de change



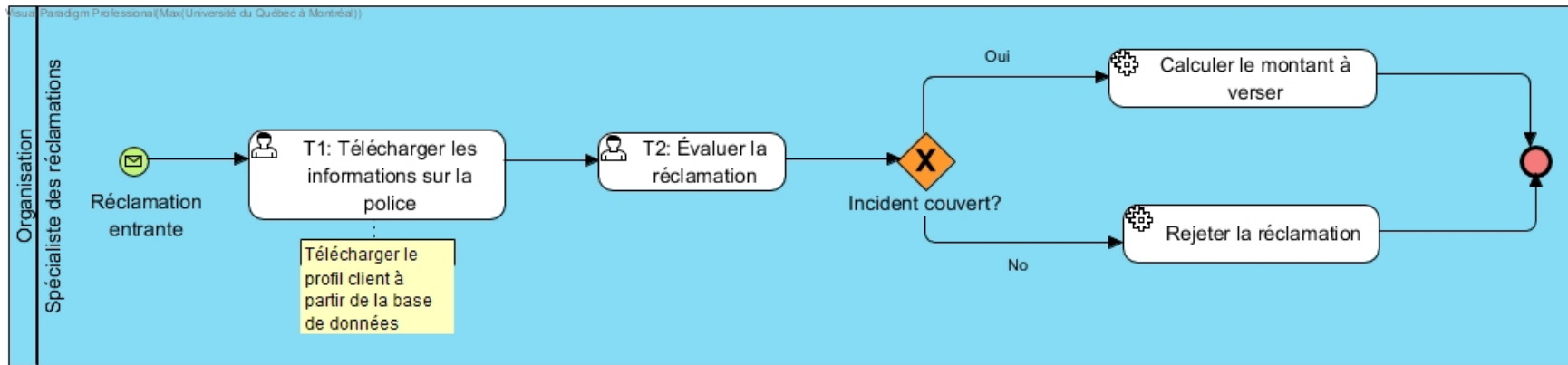
PA3 – Processus de traitement de facture



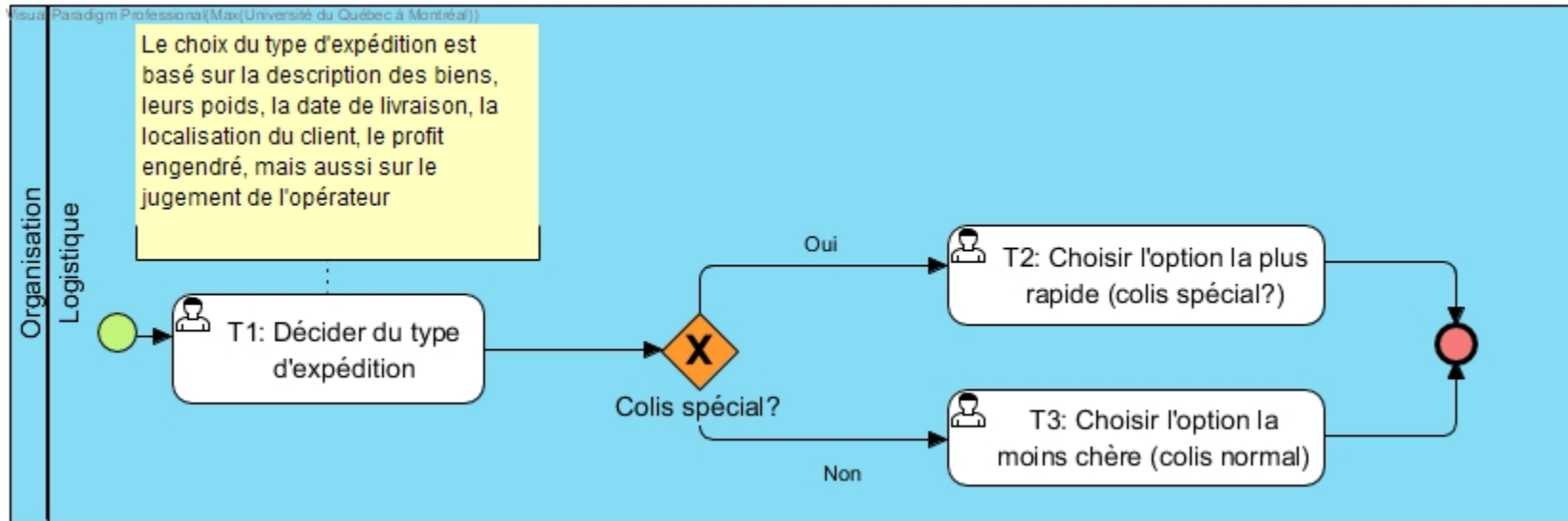
PA4 – Processus de contrôle des erreurs



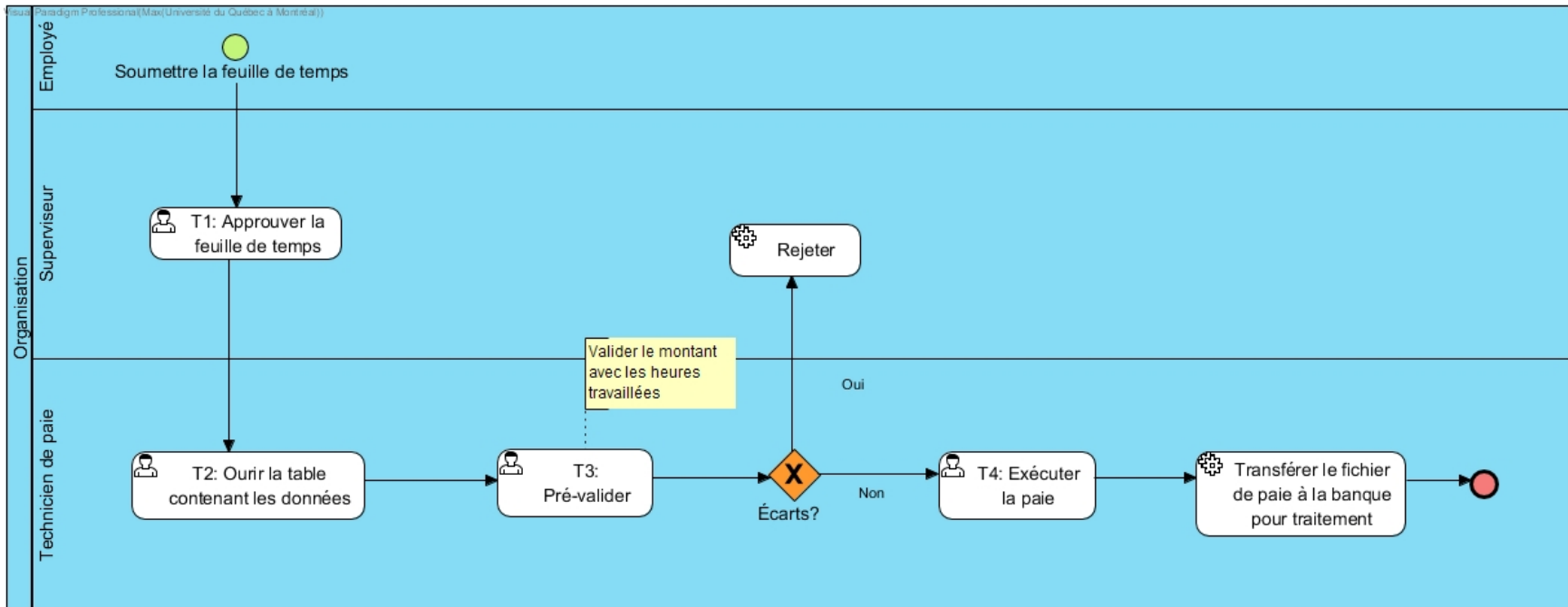
PA5 – Processus de réclamation d'assurance



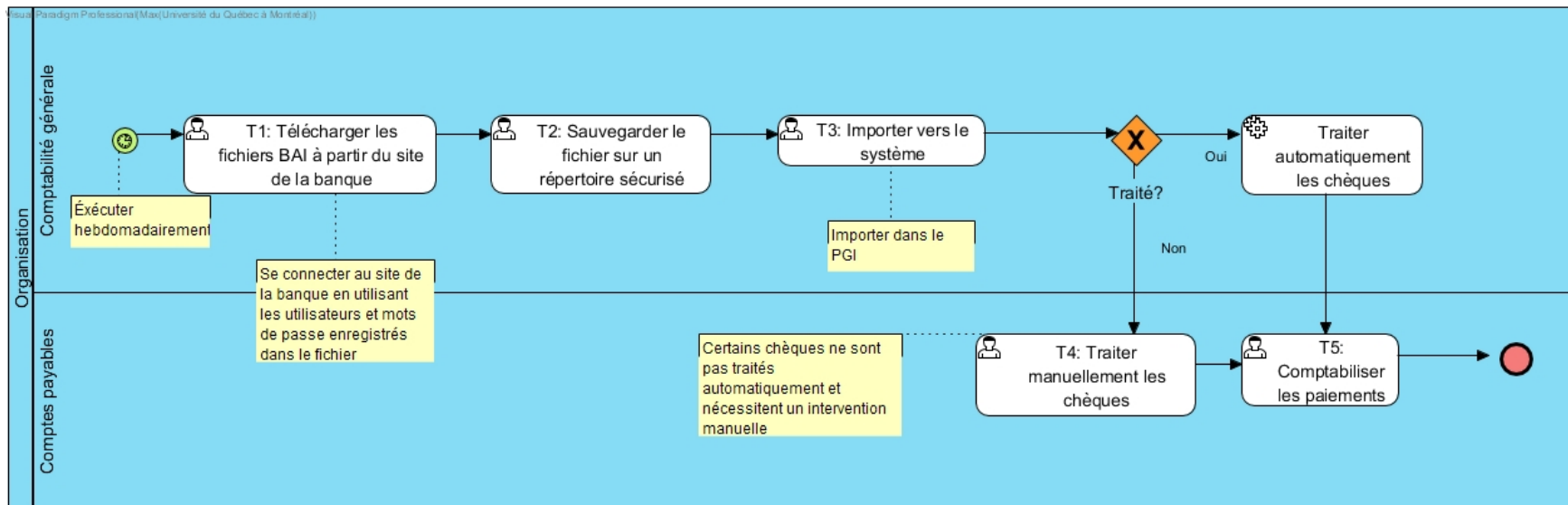
PA6 – Processus d'expédition



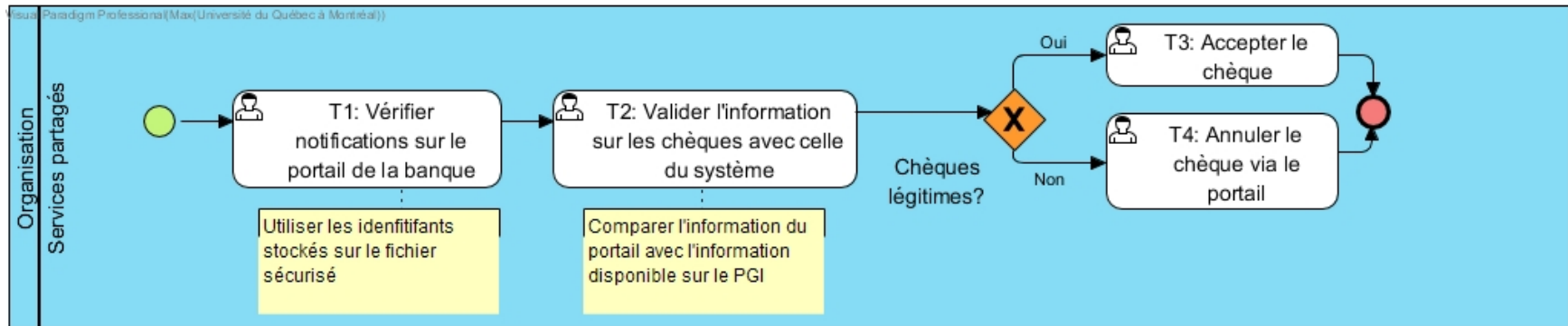
PA7 – Processus de paie



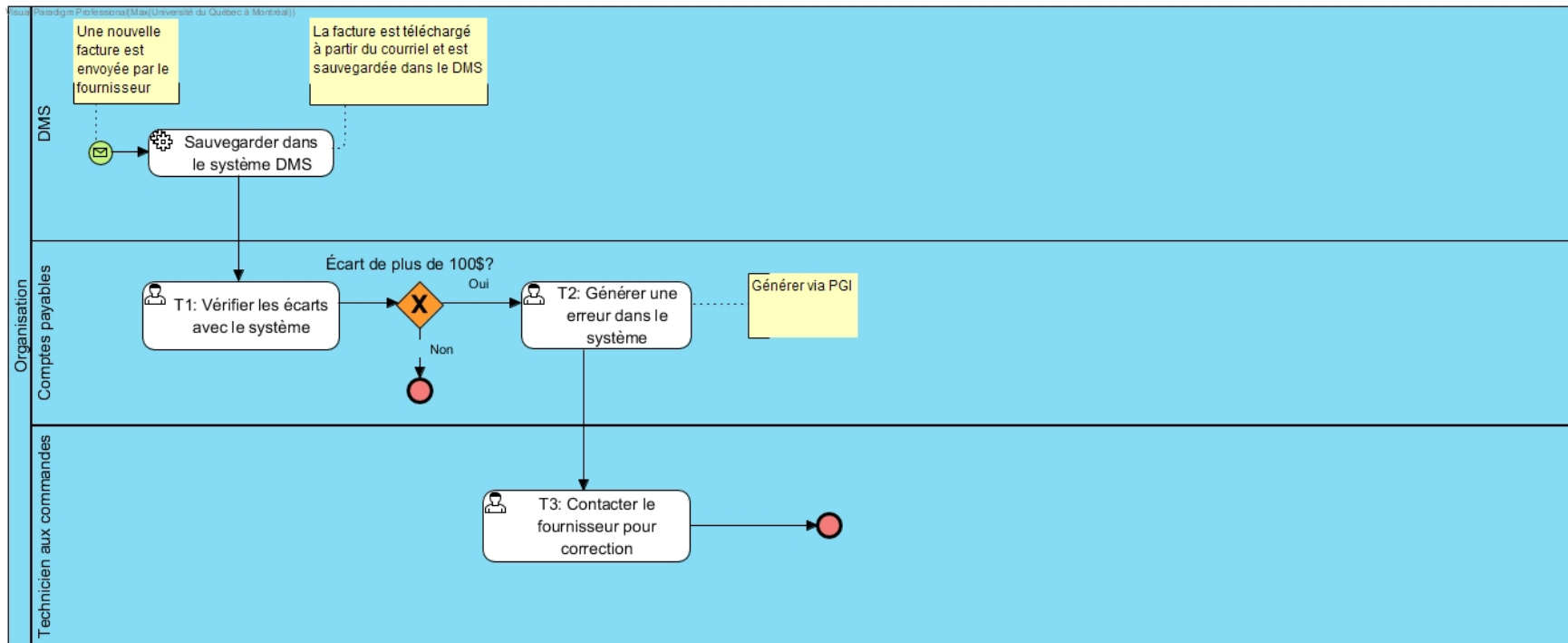
PA8 – Processus de gestion de la trésorerie



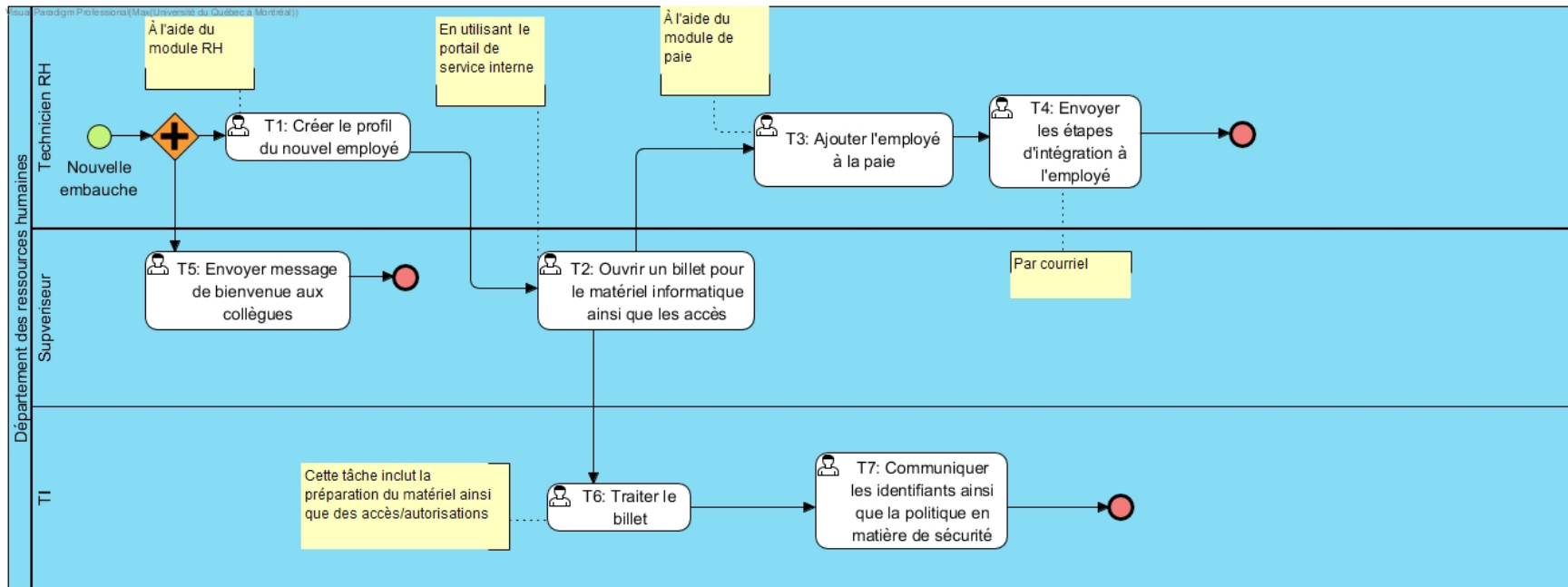
PA9 – Processus de vérification quotidienne des chèques bancaires



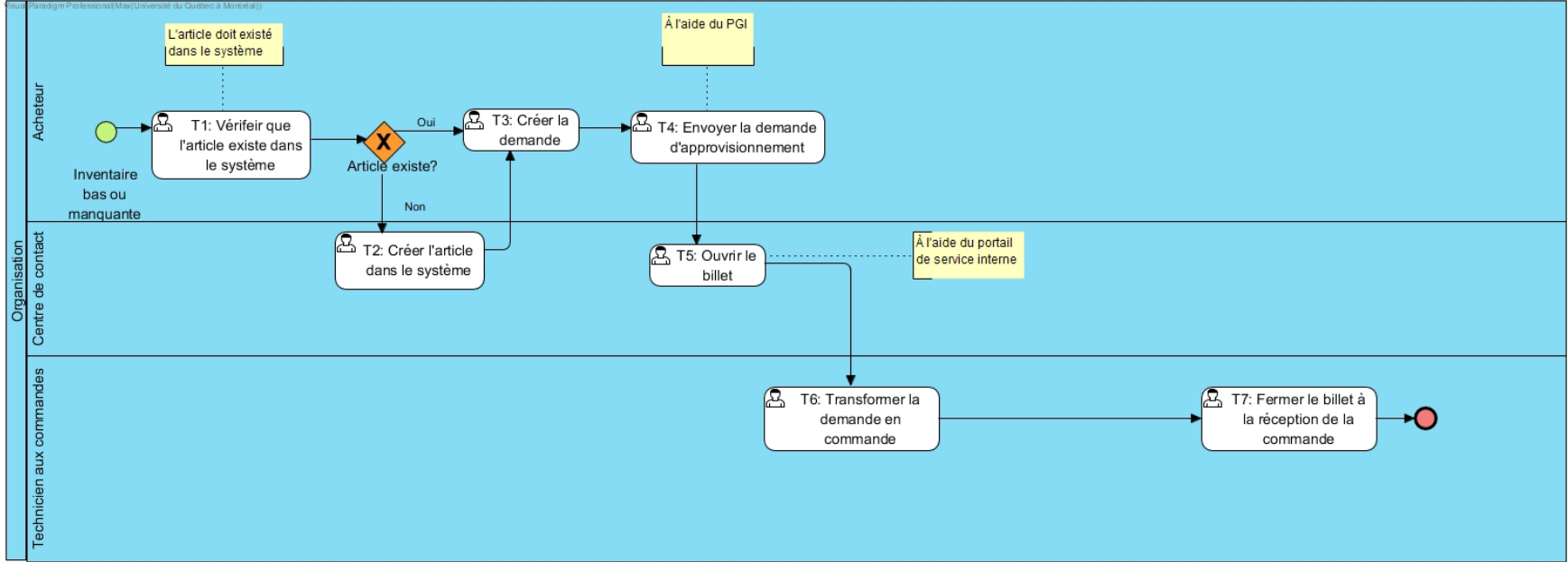
PA10 – Processus de réception de facture



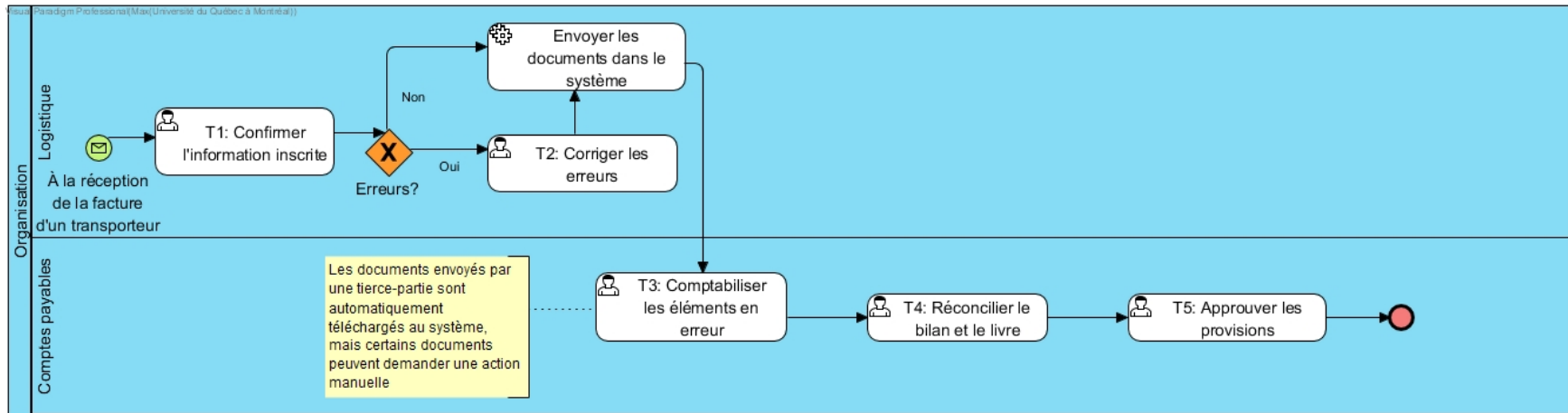
PA11 – Processus d'intégration des employés



PA12 – Processus d'approvisionnement



PA13 – Processus de rapprochement des frais de transport



ANNEXE C

DESCRIPTION DES TÂCHES DES PROCESSUS EXPÉRIMENTAUX

PA1	Gestion des demandes de remboursement	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	La donnée d'entrée pour cette activité est un formulaire rempli par les employés pour le remboursement d'une dépense liée à l'entreprise. Le technicien de paie approuve ou refuse la dépense. L'approbation est basée sur des critères spécifiques. Si le type de dépense est couvert et est inférieur à 500 \$, le technicien l'approuve et la dépense est automatiquement remboursée. L'employé reçoit une notification. Si le montant est de 500 \$ ou plus, la dépense doit être approuvée par le superviseur.	Évènement-Condition-Action/Règle de Flux de travail (Simple)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Faible
T2	En fonction de son jugement, le superviseur décide si oui ou non la dépense est justifiée. S'il est approuvé, la dépense est remboursée. Dans tous les cas, l'employé reçoit une notification.	Ligne directrice	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Faible
PA2	Gestion du taux de change	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Ce processus est exécuté une fois par jour. Plusieurs entités au sein de l'organisation doivent être mises à jour sur différents systèmes. Le technicien financier navigue sur le site Web de la Banque du Canada pour collecter les informations sur les taux de change quotidiens. Une fois sur la page, le technicien extrait le fichier contenant les données requises et le sauvegarde en format Excel comme preuve à des fins d'audit.	Règle de chargement ARP	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	0<20	Faible
T2	Les données de l'activité précédente sont utilisées pour remplir un autre fichier Excel qui est structuré de manière à aider à entrer les données dans les systèmes PGI et légataires.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Élevé
T3	Les données sont saisies dans les systèmes PGI et légataires pour les différentes entités légales listées.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Élevé
PA3	Traitement des factures	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	L'agent des comptes client ouvre un fichier Excel contenant les numéros de compte, noms d'utilisateur et mots de passe pour se connecter au portail des fournisseurs. En utilisant ces informations d'identification, l'agent accède aux portails des fournisseurs. L'interface utilisateur des portails peut changer.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9	>200	Faible
T2	Une fois sur le portail, l'agent des comptes clients récupère les factures avec un solde ouvert et les télécharge en format .pdf pour les enregistrer dans un répertoire spécifique.	Règle de chargement ARP	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	>200	Faible
T3	Ces données sont saisies dans un fichier Excel pour enregistrer les dates, les nouveaux soldes, les soldes restants et effectuer des calculs basés sur des formules.	Règle de chargement ARP	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	>200	Élevé
T4	Ces données sont ensuite également saisies dans le PGI pour permettre la conciliation.	Règle de chargement ARP	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	>200	Élevé
T5	Si les données saisies sont correctes, un courriel est envoyé au système de gestion de documents pour s'assurer qu'il n'y a pas de doublons et pour clore la facture en attente.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	>200	Moyen
PA4	Surveillance des transactions	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Lorsqu'une transaction échoue, l'agent se connecte au système à l'aide de ses identifiants. L'agent ouvre le journal de surveillance.	Évènement-Condition-Action	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	>200	Faible
T2	Le technicien vérifie si la même transaction échouée a été enregistrée plusieurs fois.	Règle d'inférence/Règle de Flux de travail (Complexe)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/ C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8	>200	Élevé
T3	Simultanément, l'agent vérifie si la transaction en échec a été enregistrée plusieurs fois sur le système (ou si l'une des transactions a été enregistrée).	Règle d'inférence/Règle de Flux de travail (Complexe)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/ C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8	>200	Élevé
T4	Simultanément, l'agent vérifie si le programme qui a posté la transaction est toujours utilisé (par exemple, s'il s'agit d'un programme obsolète).	Règle d'inférence/Règle de Flux de travail (Complexe)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/ C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8	>200	Élevé
T5	Basé sur les vérifications précédentes, l'agent décide si la transaction en échec doit être effacée ou réinitialisée.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	>200	Élevé

PA5	Gestion des réclamations d'assurance	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Lorsqu'une réclamation est reçue, un spécialiste charge les données d'assurance à partir du profil du client.	Règle de chargement ARP	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	>200	Moyen
T2	Le spécialiste évalue ensuite la réclamation en comparant la police d'assurance et l'événement qui s'est produit dans la réclamation. Si l'incident est couvert, le montant payable est calculé, sinon la réclamation est rejetée. Dans les deux cas, le processus se termine pour le spécialiste.	Règle d'inférence/Règle de Flux de travail (Simple)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	>200	Moyen

PA6	Processus d'expédition	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Lorsqu'une nouvelle commande est reçue, les spécialistes logistiques doivent décider de l'option d'expédition en fonction de la commande. La décision repose, entre autres, sur la description de l'article, le poids, l'urgence et l'emplacement du client, mais également sur le jugement de l'opérateur (p. ex., la commande est pour un client important).	Ligne directrice/Règle de Flux de travail (Simple)	C1, C2, C3, C7, C8, C9/C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Faible
T2	Si l'option d'expédition spéciale est sélectionnée par l'opérateur, le temps de livraison le plus rapide est priorisé.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Faible
T3	Si l'option d'expédition normale est sélectionnée, l'option la moins chère est priorisée.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Faible

PA7	Traitement de la paie	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Lorsqu'un employé soumet une feuille de temps le vendredi, le superviseur doit vérifier et approuver la feuille de temps.	Évènement-Condition-Action	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T2	Les techniciens de paie ouvrent ensuite les tables de paie contenant les données.	Règle de chargement ARP	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Élevé
T3	Le technicien de paie vérifie s'il y a des écarts entre le montant payé et les heures saisies en fonction du taux horaire. Le technicien s'assure également que les congés et les vacances sont pris en compte.	Règle d'inférence/Règle de Flux de travail (Simple)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	>200	Élevé
T4	Si aucune erreur n'est constatée, la paie est exécutée. Si des erreurs sont détectées, la feuille de temps est renvoyée au superviseur pour correction dans le processus de correction de paie.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible

PA8	Gestion de la trésorerie	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Sur une base hebdomadaire, un agent de comptabilité générale télécharge les fichiers BAI à partir des sites web des banques de l'organisation. Les identifiants sont stockés dans un fichier avec un accès restreint.	Règle de chargement ARP	C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9	<20	Faible
T2	Les fichiers sont sauvegardés dans un dossier dédié.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T3	Importer les fichiers dans le système PGI et vérifier si les chèques ont été compensés. Si les chèques ont été compensés automatiquement, passer à T5.	Règle de production/Règle de Flux de travail (Simple)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T4	Si le chèque n'a pas été compensé automatiquement, le service des comptes à payer doit le compenser manuellement.	Ligne directrice	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T5	Si les données sont correctes, le service des comptes à payer enregistre et vérifie les paiements dans le système PGI.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Moyen

PA9	Vérification quotidienne des chèques bancaires	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Chaque jour, les agents des services partagés doivent se connecter aux portails bancaires et vérifier les messages.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T2	L'agent compare ensuite les informations de chèque sur le portail avec les informations des systèmes PGI. Si le chèque est légitime, passer à T3, sinon T4.	Règle de production/Règle de Flux de travail (Simple)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Moyen
T3	L'agent accepte les chèques.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Faible

T4	L'agent annule les chèques sur le portail et entre une raison.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Faible
----	--	---------------------	------------------------------------	-----------	--------

PA10	Processus d'intégration d'employés	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Lorsqu'une facture est reçue d'un fournisseur, elle est téléchargée dans le DMS ("Document Management System"). À partir de là, les techniciens des comptes à payer vérifient s'il y a des écarts avec les informations dans le système PGI. Si l'écart est supérieur à 100 \$, passez à T2, sinon terminez le processus.	Évènement-Condition-Action/Règle de Flux de travail (Simple)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Moyen
T2	Le technicien des comptes fournisseurs génère une erreur en utilisant le système PGI.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	[20; 200]	Faible
T3	Le technicien des commandes achats contacte le fournisseur pour corriger la situation. Il y a des exceptions à cette règle.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8	[20; 200]	Faible

PA11	Réception de facture	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Lorsqu'un nouvel employé est embauché, plusieurs activités sont lancées en même temps. La première est que les ressources humaines créent le profil de l'employé sur le système.	Évènement-Condition-Action	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T2	Si le nouvel employé a besoin d'équipements ou d'accès, le superviseur de ce dernier ouvre ensuite un billet en utilisant le portail de service pour configurer les accès nécessaires pour l'employé et commander l'équipement requis.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T3	Si l'employé est payé par l'organisation, les ressources humaines configurent également les informations pour ajouter la nouvelle embauche à la paie.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T4	Ensuite, un courriel est envoyé au nouvel employé comprenant toutes les informations pour son intégration (identifiants, plateforme d'intégration pour la formation, etc.).	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T5	En parallèle, le superviseur du nouvel employé envoie un message de bienvenue au département et à l'équipe.	Évènement-Condition-Action	C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9	<20	Faible
T6	Si nécessaire, le service informatique traite le billet (prépare l'équipement et ajoute les accès requis au nouvel employé).	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8	<20	Faible
T7	Le service informatique communique les informations concernant les identifiants et les politiques de sécurité au nouvel employé.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible

PA12	Processus d'approvisionnement	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Lorsque l'inventaire atteint un niveau minimum, un nouvel achat est nécessaire. L'acheteur vérifie si l'article existe dans le système. Si l'article existe, sauter à T3, sinon à T2.	Évènement-Condition-Action/Règle de Flux de travail (Simple)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T2	Si l'article n'existe pas, créer l'article dans le système.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Moyen
T3	Si l'article existe, créer une demande d'achat.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Moyen
T4	Vérifier et envoyer le formulaire d'achat en utilisant le système PGI.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T5	Le centre de contact ouvre ensuite un billet.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T6	Le technicien des commandes transforme la demande d'achat en un bon de commande. Aucune saisie de données n'est requise à cette étape.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T7	Fermer le billet à la réception de l'article.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible

PA13	Réconciliation des frais de transport	Règles d'affaires	Critères	Volume	Propension aux erreurs
T1	Lorsqu'une nouvelle facture est disponible, le technicien logistique valide les informations. S'il y a des erreurs, passer à T2, sinon une confirmation est envoyée à la tierce partie.	Évènement-Condition-Action/Règle de Flux de travail (Simple)	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9/C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Moyen
T2	S'il y a des erreurs sur la facture, le technicien logistique les corrige.	Règle de production	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Élevé
T3	La tierce partie télécharge automatiquement les documents dans le système, mais certains échouent. Le technicien des comptes à payer entre manuellement les documents qui ont échoué.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Faible
T4	Le technicien des comptes à payer effectue une réconciliation au bilan suite à la publication des documents.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Élevé
T5	Le technicien des comptes à payer examine et approuve ensuite les provisions.	Règle générique	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9	<20	Moyen

ANNEXE D
PUBLICATION

Robotic Process Automation and Business Rules: A Perfect Match

Abderrahmane Leshob^{1,2}, Maxime Bédard^{1,2} and Hafedh Mili¹

¹Laboratory for Research on Technology for Ecommerce, University of Quebec at Montreal, Montreal, Canada

²UQAM School of Management (ESG UQAM), Montreal, Quebec, Canada

Keywords: Robotic Process Automation, Business Process, Business Rules, Goal-oriented Requirements Language.

Abstract: Robotic Process Automation (RPA) is a new technology that uses software robots to perform certain tasks in business processes. These robots mimic how humans use software systems when performing repetitive tasks with “robotic” precision, thereby limiting errors and improving efficiency. RPA provides many benefits including increased productivity, better service quality, and decreased delivery time while automating business processes. However, there are several challenges in adopting RPA, the first and foremost of which is to identify the kinds of tasks that lend themselves to RPA. In this paper, we present a novel easy-to-use method that identifies the most suitable processes for RPA; as such, our method will help organizations to effectively adopt RPA. More precisely, this research proposes to compute an RPA score to assess if a process is suitable for RPA. Moreover, this paper aims to provide guidelines for RPA implementation. The novelty of this work is threefold: i) it uses an extensible classification of business rules to weight the RPA score, ii) It is usable and flexible (e.g., we can extend it to support Intelligent Digital Robots -RPA 2-), and iii) it automatically computes the RPA score using the Goal-Oriented Requirements Language (GRL) model evaluation.

1 INTRODUCTION

RPA is an emerging technology that uses software robots to capture and interpret existing applications for processing transactions, manipulating data and communicating with other software systems (IRPAAI, 2018). These software robots are used to perform work that requires manual labor and to automate repetitive tasks across multiple business applications without altering existing infrastructure and systems. RPA provides many benefits including increased productivity, better service quality, decreased delivery time while automating business processes and freeing employees from tedious and repetitive tasks (IRPAAI, 2018). For Anagnoste (Anagnoste, 2018), one of the reasons why companies are starting to use RPA massively is because of the fact that robots can work 24/7 cutting entry costs to 70 percent.

For Alberth and Mattern (Alberth and Mattern, 2017), the RPA automation logic is still mainly rule-based and robots can relieve workers to do routine process work. According to Aguirre and Rodriguez (Aguirre and Rodriguez, 2017), RPA fits well with rule-based processes that involve routine tasks, structured data and deterministic outcomes.

According to Geyer-Klingeberg *et al.* (Geyer-Klingeberg *et al.*, 2018), successful process automation requires assessing the potential for automation. In this context, organizations are constantly looking to effectively identify processes that can be automated using RPA to achieve maximum results (Leshob *et al.*, 2018). Unfortunately, to date and to the best of our knowledge, there is no easy-to-use and automatic method that guides practitioners to identify business processes that are most suitable for RPA.

This paper proposes a semi-automatic and easy-to-use method that computes an RPA score to assess if a process is suitable for RPA. We also provide guidelines for RPA implementation by assigning business rule classes to process activities. The proposed method uses i) business rules that govern process activities to weigh the RPA score and ii) the Goal-Oriented Requirements Language (GRL) to link process activities to RPA objectives/goals and to automatically compute the RPA score using GRL model evaluation.

The remainder of the paper is organized as follows. Section 2 describes the proposed rule-based framework to compute the RPA score of business processes in order to measure their suitability for

RPA. Section 3 surveys related work. We conclude in Section 4.

2 PROPOSED APPROACH: A RULE-BASED FRAMEWORK TO ADOPT RPA

We propose a four-step method to assign an “RPA suitability score” to business processes to help organizations identify those among their processes that lend themselves to RPA. We start by providing an overview of the method (Section 2.1). Section 2.2 presents the foundations of the method. The four steps of the method are described in sections 2.3 through 2.6.

2.1 Overview of the Method

A business process is a set of activities that together produce a result of value to a “customer” (Hammer and Champy, 1993). Business process involves *automated activities*, performed by an automated (information or otherwise) system, and *user activities* which are process activities performed by a human actor, possibly with the help of one or several information systems. RPA concerns such *user activities* and our method is concerned with scoring such activities.

Our approach relies on assigning an *RPA score* to user activities to assess whether they can be automated with RPA; the higher the score, the higher priority for RPA adoption. We consider the RPA score as a combination of two factors: 1) *RPA potential*, which measures the *feasibility* of automation, and 2) *RPA relevance*, which assesses whether RPA automation is *worthwhile*. The *RPA potential* is a reflection of whether the activity *lends itself to automation*, i.e., involves well-defined (business) logic. *RPA relevance* is a ‘cost-benefit’ issue: is the activity in question performed enough times to warrant investment in automation.

Figure 1 illustrates the overall approach. The first step assigns a business rule class (or classes) to each user activity of a process. This will enable us to weigh the *potential* of automating user activities with RPA. The second step assesses the *relevance* of using RPA for each user activity. The third step uses a goal-oriented language to create a goal model that links process activities to RPA goals (i.e., the potential and the relevance). More precisely, our approach proposes to use the Goal-Oriented Requirements Language (GRL) (ITU-T, 2012). The fourth step

computes the RPA score of the business process using a native GRL model evaluation algorithm.

2.2 Classifying User Activities

Broadly speaking, RPA is suitable for those user activities that are “automatable”. A number of research efforts aimed at identifying the required characteristics of process activities that lend themselves to RPA. Table 1 summarizes those criteria.

Roughly speaking, the criteria for automation fall into two categories: 1) the *mechanics* of the user activity, and 2) the *cognitive or decisioning* content of the activity. In particular, the *mechanics* of the user activity have to be well-defined, and this is reflected in criteria C1 (availability of a system or systems to support the activity), C5 (well-specified interactions), and C6 (digital availability of relevant data). The *cognitive/decisioning* aspects are captured by criteria C2 (low cognitive requirement), C3 (stable context), and C4 (well-defined rules).

The *mechanics* of a user activity are relatively easy to assess. However, the *nature* of the cognitive/decisioning content of a user activity is more complex to assess. This is the aspect that we propose to tackle.

The *business rules approach* advocates the representation of the *decision logic* within *repeatable* business processes using the *business rules* formalism. The business rules approach covers the full lifecycle of *decision logic*, from the requirements stage (*rule discovery or capture*) to *automation* (execution), *testing* and *maintenance* (Boyer and Mili, 2011). Indeed, when the decision logic that underlies a business process activity can be fully expressed using business rules that refer to digitally available data, then the decision can be automated using *rule languages* and *rule engines*. By contrast, if a business decision involves creativity or complex interpretation skills (see criterion C2 in Table 1), then the decision can hardly be *formalized*, let alone be *automated*.

Accordingly, we propose to look at the RPA potential of user activities through the lens of the business rules approach: if the decision that underlies a user activity lends itself to automation under the business rules approach, then it lends itself to RPA—regardless of the technology used by RPA.

Business rules fall into many categories, depending on different characteristics, including their scope (e.g., data versus behavior), modality (guideline versus mandatory), and others (Hay and Healy, 2000; Wagner, 2005; Van Eijndhoven

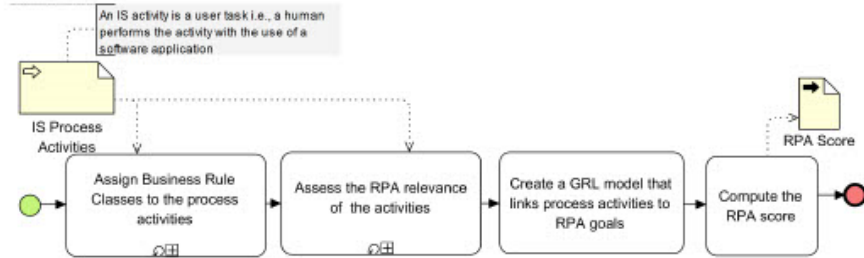


Figure 1: Overall process for assessing business processes suitability for RPA.

Table 1: Criteria to assess RPA suitability of process activities. Adapted from (Asatiani and Penttinen, 2016; Leshob et al., 2018).

Id	Criteria	Description
C1	Access/use of software applications	The activity is performed by a human actor with the use of a system or multiple systems.
C2	Low cognitive requirements	The activity does not require creativity or complex interpretation skills.
C3	Stable context	The activity is executed within stable context (e.g., systems).
C4	Well-defined and stable rules	The activity is based on unambiguous rules.
C5	Well-specified interactions with software applications	The interactions between the activity and the applications are well-specified and predictable.
C6	High availability of digital data	The activity uses available digital and correct data.

et al., 2008; Steinke and Nickolette, 2003). We argue that the different categories have different automation—and thus RPA—potential, and thus, propose to *categorize* the decision logic inherent a user activity, as a first step towards assessing the suitability of a user activity for RPA. But first, we must: 1) adopt a categorization of business rules, and 2) assign an automation score for each category. We discuss both steps in turn below.

Many business rule classifications have been proposed in the literature, including (Hay and Healy, 2000; Wagner, 2005; Van Eijndhoven et al., 2008; Steinke and Nickolette, 2003; Boyer and Mili, 2011). According to Graml, Bracht, and Spies (Graml et al., 2008), a business rule is defined in two different ways depending on which perspective to be addressed: i) from the business perspective, a rule should be seen as a directive, intended to govern, guide or influence the business behavior, ii) from the IT perspective, a rule is defined as an atomic piece of reusable business logic that is specified declaratively. Hay and Healy (Hay and Healy, 2000), classified business rules in three categories: structural assertion, action assertion, and derivation. A structural assertion is a concept or a statement of a fact that expresses some aspect of the structure of an enterprise. An action assertion is a statement of a constraint or condition that limits or

controls the actions of the enterprise. A derivation is a statement of knowledge that is derived from other knowledge in the business.

In (Steinke and Nickolette, 2003), authors proposed four classes of business rules: Definition, Guideline, Inference, and Mandate. Definition includes all terms that are specific to the business. Guidelines are the rules that should be followed in most contexts but occasionally needs to be overlooked in a particular situation. Mandates are action rules that cannot be ignored in any circumstances to avoid repercussions on the business. An inference is a rule that creates a new value/fact that is derived using one or more business rules.

In (Wagner, 2005), Wagner classifies business rules in five categories: integrity rules, derivation rules, reaction rules, production rules, and transformation rules. Integrity rules express constraints to data and its interrelationships. Derivation rules create derived facts by using one or multiple already known facts. Reaction rules or more commonly called event-condition-action rules (ECA Rules) verify a condition once a particular event is triggered. After the condition is verified, an action is initiated. Production rules, or also called condition-action rules, verify a condition before initiating an action. Unlike reaction rules, production

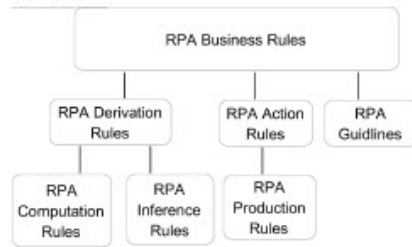


Figure 2: Business rules classification.

rules do not need any particular event to take place to start testing a condition. Transformation rules set limitations to the alteration of an object in a system.

In (Van Eijndhoven et al., 2008), authors split business rules into two main categories: Rules that influence the operational process and constraints. Rules that influence the operational process include derivation rules and action rules. Derivation rules use deduction and/or computation to enact information of a particular process. There are two different types of action rules: condition-action rules and event-condition-action (ECA) rules. The second category is constraints. Those rules restrain an organization or a system by setting limits to its structure, behavior and information.

To illustrate the feasibility of our method, we elaborated a first sketch of an RPA classification model as shown in Figure 2. Recall that all process activities that govern RPA rules are user tasks. Therefore, all RPA rules of the proposed classification model are triggered and/or performed totally or partially by human actors.

1. RPA production rules are condition-action rules that operate within a context (i.e., systems) to produce new facts. RPA production rules use digital data through well-specified interactions with software applications.
2. RPA Derivation rules (RPA computation or inference) create new derived facts from input facts using rules. The difference with production rules is that they have no conditions that trigger the actions.
3. RPA Guideline rules are rules that operate within a stable context, use digital data through well-specified interactions with software applications. However, RPA Guidelines are not stable rules and are not well-defined (see (Steinke and Nickolette, 2003)).

To better explain our approach and for the sake of simplicity, we will support activities that require low

Table 2: RPA business rules.

Business rule class	Criteria				Weight
	C3	C4	C5	C6	
RPA Production	25	25	25	25	100
RPA Derivation	25	25	25	25	100
RPA Guideline	25	0	25	25	75

cognitive requirements. We argue that this does not represent a limitation of our approach since RPA 2.0 robots support intelligent/high cognitive process activities. Therefore, our approach deals with user activities (i.e., the criterion C1) with low cognitive requirements (i.e., the criterion C2) (see Figure 1).

Table 2 shows an example of RPA business rules and their associated RPA potential weights. As illustrated, we assigned a maximum importance value of 25 to each criterion. However, users of our method (e.g., business analysts) can change these default values.

2.3 Step 1: Assign Business Rule Classes to the Decision Logic Underlying Process Activities

This step consists of categorizing the decision logic that underlies a user activity by identifying the types of business rules (business rule classes) that are inherent in that decision. This will enable us to assess the RPA potential of user activities using the values from Table 2. A single decision (activity) may involve different types/classes of business rules. In this case, the RPA potential score may be computed using a weighted average of the values from Table 2.

A key aspect of our approach is our claim that it is easy to implement by users (e.g., business analysts, process engineers) without having to become RPA specialists. Thus, to assign business rules classes to process activities, we adopted a question-based approach using rule definitions to guide the users to select the rules that match the process activities.

Consider the credit card approval process of Figure 3. This process is based on a *service task* activity (i.e., automatic task) and a *user task* activity (i.e., performed by a human actor with the use of software applications). The process starts by receiving a credit card application. The first activity (the service task), then retrieves the applicant credit history. After that, an employee assesses the applicant credit card eligibility. To perform this task, the employee applies *production rules* that are based on

whether the credit file history is local (i.e., retrieved from the financial institution country) or retrieved from a foreign country. Therefore, the RPA weight of the activity 'Assess Applicant Credit Card Eligibility' is set to 100 (see Table 2).

2.4 Step 2: Assess the RPA Relevance of the Activities

To assign a relevance score to an activity/sub-process activity, we use a variation of the approach proposed in (Leshob et al., 2018). According to Asatiani and Penttinen (Asatiani and Penttinen, 2016), non-routine tasks with no or little recurring patterns are not relevant for automation with RPA. According to Willcocks *et al.* (Willcocks, 2015; Willcocks et al., 2017) and Asatiani and Penttinen (Asatiani and Penttinen, 2016), the RPA approach is suitable when i) business processes have a high-volume of transactions with manual affordance and ii) the process activities are prone to human errors. Thus, to assess the RPA suitability of an activity, we propose to measure: i) the average number of transactions performed per day and ii) its proneness to human errors. To assess these two metrics, we experimented the resulting quadrant illustrated in (Leshob et al., 2018) in the context of processes from major companies from the banking and insurance domains. In order to propose a method that is easy-to-use and adaptable, we propose to assess the RPA potential of process activities using the model illustrated in Figure 4.

2.5 Step 3: Create the GRL Model

To compute the RPA score of a business process, we propose to use a goal-oriented modeling language. More precisely, we propose to use the Goal-Oriented Requirements Language (GRL) (ITU-T, 2012). GRL allows to i) connect each process activity to the RPA goals (e.g., RPA relevance, RPA Potential) through quantified links, ii) visualize process activities, RPA goals and the links that connect them using a graphical GRL model, and iii) automatically calculate the RPA score using a GRL evaluation algorithm.

2.5.1 Goal-oriented Requirements Language

GRL (ITU-T, 2012) allows to model the objectives, requirements, and their relationships. Figure 5 presents the subset of the GRL intentional elements used by our approach. A goal (or hard-goal) is quantifiable. It is usually related to functional requirements. Soft-goal refers to qualitative aspects

that cannot be measured directly (Amyot et al., 2010). Soft-goals are usually related to non-functional requirements. A task is a solution which achieves goals or satisfies soft-goals (Amyot et al., 2010).

Figure 6 illustrates the basic GRL links and contribution types used by our approach. GRL links (section a), such as the contribution and means-end links are used to connect GRL elements (e.g., goals, soft-goals, and tasks) in a goal model. *Means-End* links describe how goals are achieved (Amyot et al., 2010). It is used by tasks achieving goals. Means-ends should only have goals as destinations (Amyot et al., 2010). *Contribution* links specify desired impacts of one element on another element (Amyot et al., 2010). A contribution link can have a qualitative contribution type (Section b of Figure 6), or a quantitative contribution (integer values between -100 and 100) (Amyot et al., 2010). A contribution link can be labeled using icons, numbers, or texts.

2.5.2 Build the Goal Model

The goal of this step is to create a GRL model that links user activities to the RPA high-level objective (RPA SUITABILITY) that assesses if the process is suitable for RPA automation. The resulting goal model links each user activity (hard-goal or simply goal) to the RPA RELEVANCE and RPA POTENTIAL (soft-goals); two subgoals of the high-level soft-goal RPA SUITABILITY. To connect process activities to RPA objectives, we use GRL tasks (solutions) that achieve the goals (through means-end links) or satisfy soft-goals (through contribution links).

After creating the GRL model, the user must quantify it by assigning initial values to the contribution links and intentional elements (goals, soft-goals and solutions). The quantitative values of the contribution links between the GRL tasks and the RPA POTENTIAL soft-goal are based on the weight of the rule class associated to the process activity (see Table 2). The quantitative values of the contribution links between the GRL tasks and the RPA RELEVANCE soft-goal are based on the quadrant (see Figure 4). For the importance values of the intentional elements (goals, soft-goals and solutions), we propose a default quantitative value of 100, which is the higher importance value. The modeller (e.g., business analyst) can modify these default values. For example, the user can assign different values if he/she wants to prioritize the automation of certain tasks.

Figure 7 shows an example of a GRL model for the activity 'Assess Applicant Credit Card Eligibility' of the Credit Card Approval process of Figure 3.

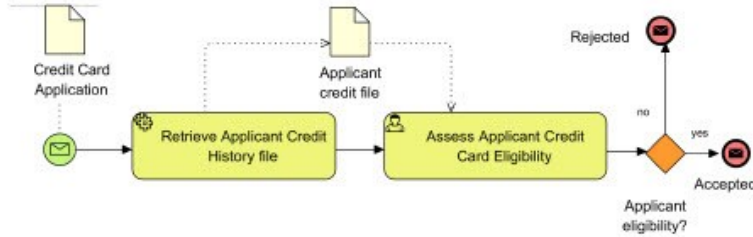


Figure 3: A Generic Credit Card Application Process.

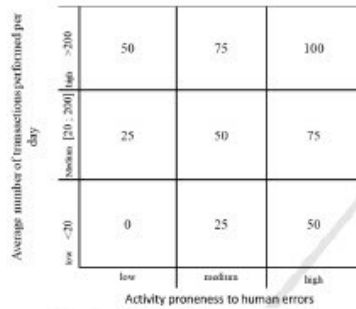


Figure 4: RPA relevance quadrant.



Figure 5: Basic GRL Intentional Elements (adapted from (Amyot et al., 2010)).

2.6 Step 4: Evaluate the GRL Model

GRL provides algorithms to evaluate models, allowing us to compute the RPA score of the business process. To evaluate the RPA score of a process, we propose to use the quantitative GRL evaluation algorithm described in (Amyot et al., 2010). This algorithm uses Integer values for the evaluation. In our case, the RPA score of a process is based on i) the values of the contribution links and ii) the quantitative importance value of the intentional elements.

The algorithm starts by propagating values using a bottom-up approach to obtain *evaluation values* for the intentional elements (see (Amyot et al., 2010)). The evaluation values are propagated through GRL links. For example, the evaluation value of the soft-goal RPA RELEVANCE is computed by i) multiplying the evaluation value of the solution *Credit Card Approver* (i.e., 100) by the value of the contribution link that connects them together (i.e., 75) and ii) then dividing the result by 100 (i.e., (100 x 75) / 100).

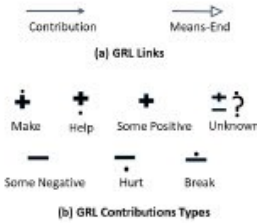


Figure 6: GRL Links and Contributions Types (adapted from (Amyot et al., 2010)).

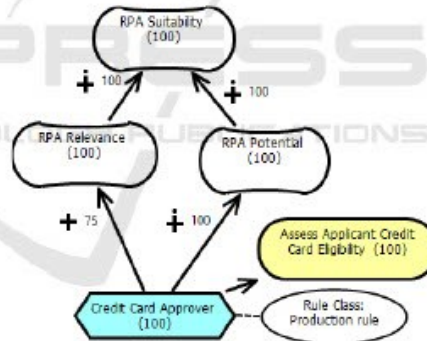


Figure 7: The GRL model for the activity 'Assess Applicant Credit Card Eligibility'.

The evaluation value of the soft-goal (*sgoal.evValue*) reached by N contribution links is the sum of the products of the evaluation value of each source element (*srcElt_i.evValue*) by its contribution value to the element (*elt_i.cnValue*). Then, the result is divided by (N x 100). Therefore, the evaluation value of a soft-goal (*sgoal*) is computed as follows:

$$sgoal.evValue = \frac{\sum_{i=1}^N srcElt_i.evValue \times elt_i.cnValue}{N \times 100}$$

The algorithm ensures that the evaluation value of

each goal will not go above 100. The algorithm also ensures that the evaluation values of each intentional element will not go below -100 where negative values from -100 to 0 are used.

After propagating values, the RPA score is calculated using the quantitative evaluations for actors proposed in (Amyot et al., 2010). Thus, we compute the RPA score of processes using the importance and the evaluation values of its intentional elements (goals, soft-goals, and tasks). Therefore, the RPA score of a business process P is computed as follows:

$$rpaScore(p) = \frac{\sum_{i=1}^N ie_i.impValue \times ie_i.evValue_i}{\sum_{i=1}^N ie_i.impValue}$$

where $ie_i.impValue$ and $ie_i.evValue$ are the importance value and the evaluation value of the intentional element ie respectively.

Finally, we propose to classify the RPA suitability of a process P as follows.

1. If $rpaScore(p) \geq 70$, the process is considered as highly suitable for the RPA approach.
2. If $50 < rpaScore(p) < 70$, the process is considered as moderately suitable for the RPA approach.
3. If $rpaScore(p) \leq 50$, the process is considered as not suitable for the RPA approach.

3 RELATED WORK

RPA is a new emerging approach to automate business processes. Hence, a limited number of works have been proposed in the RPA literature to tackle the problem of assessing if business processes are suitable for RPA. According to (Willcocks et al., 2017; Willcocks, 2015; Lacity and Willcocks, 2016), RPA fits well when: i) the process is mature and standardized, ii) the volume of transactions is high, and iii) the business rules that govern the process activities are well-defined. For Willcocks *et al.*, (Lacity and Willcocks, 2016), processes with high workload and low complexity are good candidates for RPA automation. Lowers *et al.* (Lowers et al., 2016), suggest that the business function and the industry are important to determine if the RPA approach is appropriate. According to (Lowers et al., 2016), RPA is relevant for standardized and repetitive processes that i) follow well-defined business rules, ii) consume a significant amount of time, and iii) require manual interaction with a computer interface.

In (Leshob et al., 2018), authors proposed a method to analyze business processes and classify

them from 'Not suitable' to 'Highly suitable' using an RPA quadrant. The classification is based on: i) the process maturity and standardization, ii) the business rules that govern process activities, iii) the use of interfaces with a software application, iv) the volume of transactions, and v) the degree of the process complexity (Leshob et al., 2018).

In (Asatiani and Penttinen, 2016), authors proposed a set of criteria to assess if a process task is suitable for RPA. These criteria include the: high volume of transactions, need to access multiple systems, low cognitive requirements, easy decomposition into unambiguous rules, proneness to human error, and the limited need for exception handling. In (Madakam et al., 2019), authors identified some processes that are more suitable for RPA based on the business function/industry. These processes include: accounts payable and receivable, invoice processing, purchase to order, payroll, hiring, customer service, cards activation, claims processing, and some specific processes from the banking and insurance domains. The author also pointed out that the rise of artificial intelligence (AI) will enable new functions for RPA as digital robots will become intelligent, allowing them to achieve complex and cognitive tasks such as processing unstructured data.

4 CONCLUSION AND FUTURE WORK

RPA is an emerging approach for automating business processes. It uses software robots that replace humans in order to interact with existing applications through user interfaces for processing transactions, manipulating data and communicating with other systems (IRPAAI, 2018). RPA offers many benefits including improved efficiency, increased productivity, data security, reduced cycle time, and improved accuracy (IRPAAI, 2018).

In this paper, we proposed a novel rule-based method that helps organizations to adopt RPA. More precisely, the method proposed to compute an RPA score to assess if a process is suitable for RPA. The score is based on two goals: RPA Potential and RPA Relevance. The benefits of this work is threefold: i) it uses generic and extensible classification of business rules that govern process activities to weight the RPA score, ii) It is easy-to-use and flexible (e.g., we can extend it to support Intelligent Digital Robots -RPA 2- by adapting the business rule classification), and iii) it automatically computes the RPA score using a native GRL model evaluation algorithm.

This work is still at an early stage. To advance

our research project to design a complete end-to-end method, we plan to: i) improve the business rules classification by linking it to RPA properties, ii) support high cognitive tasks as we believe that artificial intelligence will enable software robots to automate more work of humans in the near future, iii) develop a tool that supports the method, and iv) evaluate the method.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC).

REFERENCES

- Aguirre, S. and Rodríguez, A. (2017). Automation of a business process using robotic process automation (RPA): A case study. In *Communications in Computer and Information Science*, pages 65–71. Springer Verlag.
- Alberth, M. and Mattem, M. (2017). Understanding robotic process automation (RPA). *Journal of Financial Transformation*, 46:54–60.
- Amyot, D., Ghanavati, S., Horkoff, J., Mussbacher, G., Peyton, L., and Yu, E. (2010). Evaluating goal models within the goal-oriented requirement language. *International Journal of Intelligent Systems*, 25(8):841–877.
- Anagnoste, S. (2018). Setting Up a Robotic Process Automation Center of Excellence. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*, 6(2):307–322.
- Asatiani, A. and Penttinen, E. (2016). Turning robotic process automation into commercial success - Case OpusCapita. *Journal of Information Technology Teaching Cases*.
- Boyer, J. and Mili, H. (2011). *Agile Business Rule Development*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Geyer-Klingenberg, J., Nakladal, J., Baldauf, F., and Veit, F. (2018). Process mining and Robotic process automation: A perfect match. In *16th International Conference on Business Process Management (BPM)*, pages 124–131, Sydney, Australia. CEUR-WS.
- Graml, T., Bracht, R., and Spies, M. (2008). Patterns of business rules to enable agile business processes. *Enterprise Information Systems*, 2(4):385–402.
- Hammer, M. and Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation : A Manifesto For Business Revolution*. Harper Business.
- Hay, D. and Healy, K. A. (2000). Defining Business Rules : What are they really? Technical report, The Business Rules Group.
- IRPAAI (2018). Robotic Process Automation in the Real World: How 3 Companies are Innovating with RPA.
- ITU-T (2012). ITU-T User Requirements Notation (URN)–Language definition.
- Lacity, M. C. and Willcocks, L. P. (2016). Robotic process automation at telefónica O2. *MIS Quarterly Executive*.
- Leshob, A., Bourgooin, A., and Renard, L. (2018). Towards a Process Analysis Approach to Adopt Robotic Process Automation. In *Proceedings - 2018 IEEE 15th International Conference on e-Business Engineering, ICEBE 2018*, pages 46–53. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Lowers, P., Cannata, F. R., Chitre, S., Barkham, J., Deloitte, L., and D (2016). Automate this - The business leader’s guide to robotic and intelligent automation. Technical report.
- Madakam, S., M. Holmukhe, R., and Kumar Jaiswal, D. (2019). The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA). *Journal of Information Systems and Technology Management*, 16.
- Steinke, G. and Nickolette, C. (2003). Business rules as the basis of an organization’s information systems. *Industrial Management and Data Systems*, 103(1-2):52–63.
- Van Eijndhoven, T., Jacob, M. E., and Ponisio, M. L. (2008). Achieving business process flexibility with business rules. *Proceedings - 12th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference, EDOC 2008*, pages 95–104.
- Wagner, G. (2005). Rule modeling and markup. In *Lecture Notes in Computer Science*, pages 251–274. Springer Berlin Heidelberg.
- Willcocks, L. (2015). Robotic Process Automation at Xchanging. *MIS Quarterly Executive*.
- Willcocks, L., Lacity, M., and Craig, A. (2017). Robotic process automation: Strategic transformation lever for global business services? *Journal of Information Technology Teaching Cases*.

BIBLIOGRAPHIE

- ABPMP. (2009). *Guide to the business process management common body of knowledge (BPM CBOOK). Association of Business Process Management Professionals*, 1-236. CreateSpace Independant Publishing Platform. Récupéré de www.abpmp.org
- Aguirre, S. et Rodriguez, A. (2017). *Automation of a business process using robotic process automation (RPA): a case study*. *Communications in Computer and Information Science*. Springer Verlag. doi: 10.1007/978-3-319-66963-2_7
- Alberth, M. et Mattern, M. (2017). Understanding robotic process. *Journal of Financial Transformation*, 46, 54-61.
- Amyot, D., Ghanavati, S., Horkoff, J., Mussbacher, G., Peyton, L. et Yu, E. (2010). Evaluating goal models within the goal-oriented requirement language. *International Journal of Intelligent Systems*, 25(8), 841-877. Récupéré de <https://www.omg.org/dmn/>
- Anagnoste, S. (2017). Robotic automation process - the next major revolution in terms of back office operations improvement. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 11(1), 676-686. doi: 10.1515/picbe-2017-0072
- Anagnoste, S. (2018a). Setting up a robotic process automation center of excellence. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*, 6(2), 307-322. doi: 10.25019/mdke/6.2.07
- Anagnoste, S. (2018b). The road to intelligent automation in the energy sector. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*, 6(3), 489-502. doi: 10.25019/mdke/6.3.08
- Asatiani, A. et Penttinen, E. (2016). Turning robotic process automation into commercial success - case OpusCapita. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 6(2), 67-74. doi: 10.1057/jittc.2016.5
- Basili, V. R. (1992). *Software modeling and measurement: the goal/question/metric paradigm*. Computer Science Technical Report Series. Department of Computer science : University of

Maryland. Récupéré de <https://www.omg.org/dmn/>

Basili, V. R., Caldiera, G. et Rombach, H. D. (1994a). The goal question metric approach. *Encyclopedia of Software Engineering*, 2, 528-532. Récupéré de [http://maisqual.squoring.com/wiki/index.php/The Goal Question Metric Approach](http://maisqual.squoring.com/wiki/index.php/The_Goal_Question_Metric_Approach)

Basili, V. R., Caldiera, G. et Rombacj, H. D. (1994b). Measurement. Dans *Encyclopedia of Software Engineering* (p. 646-661). John Wiley & Sons, Inc.

Basili, V. R. et Rombach, H. D. (1988). Tame project: towards improvement-oriented software environnements. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 14(6), 758-773.

Basili, V. R. V. R., Caldiera, G. et Rombacj, H. D. D. (1994). *Goal question metric paradigm*. Encyclopedia of Software Engineering. , 2 Encyclopedia of Software Engineering. John Wiley & Sons, Inc. Récupéré de <https://www.omg.org/dmn/>

Berander, P. et Jönsson, P. (2006). A goal question metric based approach for efficient measurement framework definition. *Proceedings of the 5th ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE)*, 316-325. doi: 10.1145/1159733.1159781

Bourgouin, A. (2019). *L'adoption de l'automatisation robotisée de processus : une approche par l'analyse de processus d'affaires*. UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL. Récupéré de <https://archipel.uqam.ca/12629/>

Boyer, J. et Mili, H. (2011). *Agile business rule development*. *Agile Business Rule Development*. (s. l. : n. é.). doi: 10.1007/978-3-642-19041-4

Braun, C., Wortmann, F., Hafner, M. et Winter, R. (2005). Method construction - a core approach to organizational engineering. *Proceedings of the 2005 ACM symposium on applied computing*, 1295-1299.

Cabello, R., Escalona, M. J. et Enríquez, J. G. (2020). Beyond the hype: RPA horizon for robot-human interaction. Dans *Lecture Notes in Business Information Processing*. doi: 10.1007/978-3-030-58779-6_13

- Chevrier, J. (2003). La spécification de la problématique. Dans *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données* (2^e éd., p. 51-84). Sainte-Foy, Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Chung, L., Nixon, B. A., Yu, E. et Mylopoulos, J. (2011). *Non-functional requirements in software engineering*. *Non-Functional Requirements in Software Engineering*. doi: 10.1007/978-1-4615-5269-7
- Cook, T. D. et Campbell, D. T. (1979). *Quasi-experimentation: design and analysis issues for field settings*. Houghton Mifflin. Récupéré de <https://www.omg.org/dmn/>
- Da Silva Costa, A. D., Sao Mamede, H. et Mira Da Silva, M. (2022). *Robotic process automation (RPA) adoption : a systematic literature review*, 14(2), 1-12. doi: 10.2478/emj-2022-0012
- Engel, C., Elshan, E. et Ebel, P. (2021). Moving beyond rule-based automation: a method for assessing cognitive automation use cases. Dans *International Conference on Information Systems (ICIS)* (p. 1-17). Austin, Texas : AIS Electronic Library.
- Enriquez, J. G., Jimenez-Ramirez, A., Dominguez-Mayo, F. J. et Garcia-Garcia, J. A. (2020). Robotic process automation: a scientific and industrial systematic mapping study. *IEEE Access*, 8(1), 39113-39129. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2974934
- Ezekiel, K., Vassilev, V., Ouazzane, K. et Patel, Y. (2019). Adaptive business rules framework for workflow management. *Business Process Management Journal*, 25(November), 948-971. doi: 10.1108/BPMJ-08-2017-0219
- Fortin, M.-F. et Gagnon, J. (2016). Le choix du sujet et l'énoncé de la question. Dans *Fondements et étapes du processus de recherche : méthodes quantitatives et qualitatives* (3^e éd., chap. 4, p. 518). Montréal, QC : Chenelière.
- Fung, H. P. (2013). Criteria, use cases and effects of information technology process automation (ITPA). *Advances in Robotics & Automation*, 03(03), 1-11. doi: 10.4172/2168-9695.1000124
- Geyer-Klingenberg, J., Nakladal, J., Baldauf, F. et Veit, F. (2018). Process mining and robotic process automation: a perfect match. Dans *16th International Conference on Business Process Management (BPM)* (p. 124-131). Sydney, Australia : CEUR-WS.

- Graml, T., Bracht, R. et Spies, M. (2008). Patterns of business rules to enable agile business processes. Dans *Enterprise Information Systems* (vol. 2, p. 385-402). Annapolis, MD. doi: 10.1080/17517570802245441
- Hammer, M. et Champy, J. (1993). Reengineering the corporation : a manifesto for business revolution. *The Academy of Management Review*, 19(3), 595-600. doi: <https://doi.org/10.2307/258943>
- Hay, D. et Healy, K. A. (2000). Defining business rules: what are they really? *Final Report*, 34. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2003.12.007
- Hevner, A. et Chatterjee, S. (2010). Design science research in information systems. Dans *Design Research in Information Systems* (p. 9-22). Boston, Massachusetts : Springer. doi: 10.1007/978-1-4419-5653-8_2
- Hevner, A., March, S. T., Park, J. et Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 22(1), 75-105. Récupéré de <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Hevner, A. R. (2007). A three cycle view of design science research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 19(2). doi: <http://aisel.aisnet.org/sjis/vol19/iss2/4>
- Hofmann, P., Samp, C. et Urbach, N. (2020). Robotic process automation. *Electronic Markets*, 30, 99-106. doi: 10.1007/s12525-019-00365-8
- IIBA. (2015). *A guide to the business analysis body of knowledge, version 3* (3^e éd.). Lightning Source inc. Récupéré de <https://www.omg.org/dmn/>
- IRPAAI. (2017). *Definition and benefits*. Institute for Robotic Process Automation & Artificial Intelligence. Récupéré de <https://irpaa.com/definition-and-benefits/>
- IRPAAI. (2018). *Robotic process automation in the real world: how 3 companies are innovating with RPA*. Récupéré de <https://irpaa.com/robotic-process-automation-real-world-3-companies-innovating-rpa/>
- ISO. (2018). *Ergonomics of human-system interaction (ISO 9241-11)*, 36.

- Johannesson, P. et Perjons, E. (2014). *An introduction to design science. An Introduction to Design Science* (1^{re} éd.). Kista, Sweden : An Introduction to Design Science. doi: 10.1007/978-3-319-10632-8
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S. et Pal, D. (2015). Likert scale: explored and explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7, 396-403. doi: 10.9734/BJAST/2015/14975
- Ko, R. K. L. (2009). A computer scientist's introductory guide to business process management (BPM). *XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students*, 15(4), 11-18. doi: 10.1145/1558897.1558901
- Kroll, C., Bujak, A., Darius, V., Enders, W. et Esser, M. (2016). *Robotic process automation: robots conquer business processes in back offices*. Capgemini Consulting. Récupéré de <https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/robotic-process-automation-study.pdf>
- Kyheröinen, T. (2018). *Implementation of robotic process automation to a target process - a case study*, 75. Récupéré de <https://www.omg.org/dmn/>
- Lacity, M. C. et Willcocks, L. P. (2016a). A new approach to automating services. *MIT Sloan Management Review*, 58(1), 40-49.
- Lacity, M. C. et Willcocks, L. P. (2016b). Robotic process automation at Telefónica O2. *MIS Quarterly Executive*, 15(1). doi: 10.1057/jittc.2012.16
- Lacity, M., Willcocks, L. et Craig, A. (2016). Robotic process automation: the next transformation lever for shared services. *The Outsourcing Working Research Paper Series*, 7(1), 17-28. doi: 10.1057/jittc.2012.16
- Lamberton, C., Brigo, D. et Hoy, D. (2017). Impact of robotics, RPA and AI on the insurance industry: challenges and opportunities. *The Journal of Financial Perspectives*, 4(1). Récupéré de <https://ssrn.com/abstract=3079495>
- Le Clair, C., Cullen, A. et King, M. (2017). *The Forrester wave: robotic process automation*. Forrester Research. Récupéré de <https://www.forrester.com/report/the-forrester-wave-robotic-process-automation-q1-2017/RES131182>

- Le Clair, C., Cullen, E., Cullen, A., Richardson, C. et Lynch, D. (2015). *The state of robotic process automation*. Forrester Research, Inc. Récupéré de <https://www.forrester.com/report/the-state-of-robotic-process-automation/RES129042>
- Leno, V., Polyvyanyy, A., Dumas, M., La, M., Maggi, F. M., La Rosa, M. et Maggi, F. M. (2021). Robotic process mining: vision and challenges. *Business and Information Systems Engineering*, 63(3), 301-314. doi: 10.1007/s12599-020-00641-4
- Leopold, H., van der Aa, H. et Reijers, H. A. (2018). Identifying candidate tasks for robotic process automation in textual process descriptions. Dans *Lecture Notes in Business Information Processing*. doi: 10.1007/978-3-319-91704-7_5
- Leshob, A., Bédard, M. et Mili, H. (2020). Robotic process automation and business rules: a perfect match. Dans *ICETE 2020 - Proceedings of the 17th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications* (vol. 2, p. 119-126). Paris, France : SciTePress. doi: 10.5220/0009886701190126
- Leshob, A., Bourgouin, A., Renard, L., Leshob, A. et Renard, L. (2018). Towards a process analysis approach to adopt robotic process automation. Dans *Proceedings - 2018 IEEE 15th International Conference on e-Business Engineering, ICEBE 2018* (p. 46-53). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. doi: 10.1109/ICEBE.2018.00018
- Lowers, P., Cannata, F. R. S., Chitre, S., Barkham, J., Deloitte, L. et D. (2016). *Automate this - the business leader's guide to robotic and intelligent automation*. Deloitte LLP.
- Madakam, S., M. Holmukhe, R. et Kumar Jaiswal, D. (2019). The future digital work force: robotic process automation (RPA). *Journal of Information Systems and Technology Management*, 16. doi: 10.4301/s1807-1775201916001
- McCabe, T. J. (1976). A complexity measure. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-2(4), 308-320. doi: 10.1109/TSE.1976.233837
- Noppen, P., Beerepoot, I., van de Weerd, I., Jonker, M. et Reijers, H. A. (2020). How to keep RPA maintainable? *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12168 LNCS(June), 453-470. doi: 10.1007/978-3-030-58666-9_26

- Nunamaker, J. F. et Briggs, R. O. (2011). Toward a broader vision for information systems. *ACM Transactions on Management Information Systems*, 2(4), 1-12. doi: 10.1145/2070710.2070711
- Object Management Group (OMG). (2011). Business process model and notation (BPMN) version 2.0. *Object Management Group, 2.0*(January), 1-508. doi: 10.1007/s11576-008-0096-z
- Object Management Group (OMG). (2012). Business process model and notation (BPMN). Dans *4th Internation Workshop* (vol. 125, p. 532). Vienna, Austria : Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-33155-8
- Object Management Group, (OMG). (2015). Business motivation model (BMM) specification. *Object Management Group, 1.3*(April), 1-104. Récupéré de <http://www.omg.org/spec/BMM/1.3/>
- Object Management Group (OMG). (2015). *Decision model and notation : technical report (DMN), 1.0*(September), 1-170. Récupéré de <http://www.omg.org/spec/DMN/>
- Object Management Group (OMG). (2016). *Case management model and notation (CMMN), 1.1*(December), 1-126. Récupéré de <https://www.omg.org/cmmn/>
- Object Management Group (OMG). (2019). *Semantics of business vocabulary and business rules (SBVR), 1.5*(December), 1-324.
- Object Management Group (OMG). (2021). *Decision model and notation (DMN), 1.3*(March), 1-246. Récupéré de <https://www.omg.org/dmn/>
- Osman, C.-C. (2019). Robotic process automation: lessons learned from case studies. *Informatica Economica*, 23(4), 66-76. doi: 10.12948/issn14531305/23.4.2019.06
- Paré, G., Trudel, M.-C., Jaana, M. et Kitsiou, S. (2013). Synthesizing information systems knowledge: a taxonomy of review types. *Cahier du GReSI*, 1(13).
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A. et Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management*

Information Systems, 24(3), 45-78. doi: 10.2753/MIS0742-1222240302

Penttinen, E., Kasslin, H. et Asatiani, A. (2018). How to choose between robotic process automation and back-end system automation? Dans *26th European Conference on Information Systems: Beyond Digitization - Facets of Socio-Technical Change, ECIS 2018* (p. 1-14). Portsmouth, UK. Récupéré de https://aisel.aisnet.org/ecis2018_rp/66

Rybinski, F. et Schüler, S. (2022). *Process discovery analysis for generating RPA flowcharts. Business Process Management: Blockchain, Robotic Process Automation, and Central and Eastern Europe Forum* (vol. 459). (s. l.): Springer International Publishing. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-16168-1_15

Santos, F., Pereira, R. et Vasconcelos, J. B. (2019). Toward robotic process automation implementation: an end-to-end perspective. *Business Process Management Journal*, 26(2), 405-420. doi: 10.1108/BPMJ-12-2018-0380

Sauro, J. et Lewis, J. R. (2012). *Quantifying the user experience : practical statistics for user research*. (s. l. : n. é.). doi: doi.org/10.1016/C2010-0-65192-3

Shamsaei, A., Pourshahid, A. et Amyot, D. (2011). Business process compliance tracking using key performance indicators. Dans *Lecture Notes in Business Information Processing*. doi: 10.1007/978-3-642-20511-8_7

Siderska, J. (2020). Robotic process automation - a driver of digital transformation? *Engineering Management in Production and Services*, 12(2), 21-31. doi: 10.2478/emj-2020-0009

Slaby, J. R. (2012). *Robotic automation emerges as a threat to traditional low-cost outsourcing*. HfS Research, Ltd.

Steinke, G. et Nickolette, C. (2003). Business rules as the basis of an organization's information systems. *Industrial Management and Data Systems*, 103(1), 52-63. doi: 10.1108/02635570310456904

Syed, R., Suriadi, S., Adams, M., Bandara, W., Leemans, S. J. J., Ouyang, C., ... Reijers, H. A. (2020). Robotic process automation: contemporary themes and challenges. *Computers in Industry*, 115. doi: 10.1016/j.compind.2019.103162

- Telecommunication Standardization Sector of ITU. (2012). *User requirements notation (URN) - language definition. ITU-T Recommendation Z.151 (10/12)*. Récupéré de itu.int/rec/T-REC-Z.151-201210-S/en
- The Open Group. (2019). *The open group standard: ArchiMate 3.1 specification. The TOGAF®Standard, Version 9.2*. Récupéré de <https://www.omg.org/dmn/>
- van der Aalst, W. M. P., Bichler, M. et Heinzl, A. (2018). Robotic process automation. *Business and Information Systems Engineering*, 60(4), 269-272. doi: 10.1007/s12599-018-0542-4
- van Eijndhoven, T., Iacob, M. E. et Ponisio, M. L. (2008). Achieving business process flexibility with business rules. Dans *Proceedings - 12th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference, EDOC 2008* (p. 95-104). Munich : IEEE Computer Society. doi: 10.1109/EDOC.2008.23
- van Lamsweerde, A. (2004). Goal-oriented requirements engineering: a roundtrip from research to practice. Dans *12th IEEE Int Requirements Engineering Engineering Conference* (p. 4-7). Kyoto, Japan : IEEE. doi: 10.1109/icre.2004.1335648
- Von Rosing, M., White, S., Cummins, F. et De Man, H. (2015). *Business process model and notation — BPMN*. (s. l. : n. é.). doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799959-3.00021-5>
- Wagner, G. (2005). Rule modeling and markup. Dans N. Eisinger (dir.), *Reasoning Web: First International Summer School 2005, Msida, Malta, July 25-29, 2005, Revised Lectures* (vol. 3564, p. 251-274). Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/11526988_7
- Willcocks, L., Lacity, M. et Craig, A. (2015a). Robotic process automation at Xchanging. *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*.
- Willcocks, L., Lacity, M. et Craig, A. (2015b). The IT function and robotic process automation. *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*. Récupéré de www.lse.ac.uk/management/research/outsourcingunit
- Willcocks, L., Lacity, M. et Craig, A. (2017). Robotic process automation: strategic transformation lever for global business services? *Journal of Information Technology Teaching Cases*. doi: 10.1057/s41266-016-0016-9

Yu, E. S. K. (1997). Towards modelling and reasoning support for early-phase requirements engineering. Dans *Proceedings of the IEEE International Conference on Requirements Engineering* (p. 226-235). Annapolis, USA : IEEE. doi: 10.1109/isre.1997.566873