

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

RAPPORT DE PROJET PRÉSENTÉ À
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

COMME EXIGENCE PARTIELLE
À L'OBTENTION DE LA
MAÎTRISE EN GÉNIE,
CONCENTRATION TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

PAR
Oscar Javier SANCHEZ MENDEZ

GÉNÉRER UN ENSEMBLE DE RÈGLES DE TRANSPOSITION POUR TRADUIRE DES
MODÈLES DE PROCESSUS D'AFFAIRES EN BPMN VERSION 1.2 À PARTIR DES
PROCESSUS PRÉALABLEMENT MODÉLISÉS DANS DES DIAGRAMMES DE
DEUXIÈME NIVEAU EN QUALIGRAMME.

MONTREAL, LE 10 AOÛT 2011



Oscar Javier Sanchez Mendez, 2011



Cette licence [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette œuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'œuvre n'ait pas été modifié.

PRÉSENTATION DU JURY

CE RAPPORT DE PROJET A ÉTÉ ÉVALUÉ

PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

M. Claude LAPORTE, président du jury
Département de génie logiciel et des technologies de l'information à l'École de technologie supérieure.

M. Alain APRIL, directeur de projet
Département de génie logiciel et des technologies de l'information à l'École de technologie supérieure

REMERCIEMENTS

J'aimerais exprimer mes plus sincères remerciements à mon directeur de thèse, Professeur Alain April, pour ses contributions éclairées autant sur le plan humain que scientifique. Je lui dois une incalculable dette de reconnaissance, pour sa patience et ses réponses exhaustives aux questions que je lui ai adressées dans le cadre de la réalisation de ce travail.

Ensuite, je remercie particulièrement monsieur Carlos Monsalve de m'avoir fait profiter continuellement de ses connaissances et suggestions, qui m'ont permis d'améliorer les différentes versions de ce travail.

Je tiens également à remercier monsieur Alpha Diallo de la compagnie Taktika, qui a appuyé mon projet en m'offrant gracieusement le logiciel Qualigramme.

Je remercie particulièrement monsieur Victor Dumas, qui a procédé à une chasse sans merci aux fautes d'orthographe et aux coquilles, même s'il faut admettre que certaines demeurent récalcitrantes.

Je ne peux passer sous silence l'appui inconditionnel de mon épouse Luz Yaneth et de mes enfants Paula Ximena et Javier Andres pour l'amour, la patience et leur contribution à la réalisation de ma thèse.

J'adresse aussi mes remerciements à chacune des personnes qui, de près ou de loin mais avec une égale bienveillance, ont apporté une contribution à la réalisation de ce projet, et leur reconnais une dette de gratitude.

GÉNÉRER UN ENSEMBLE DE RÈGLES DE TRANSPOSITION POUR TRADUIRE DES MODÈLES DE PROCESSUS D'AFFAIRES EN BPMN VERSION 1.2 À PARTIR DES PROCESSUS PRÉALABLEMENT MODÉLISÉS DANS DES DIAGRAMMES DE DEUXIÈME NIVEAU EN QUALIGRAMME.

OSCAR SANCHEZ

RÉSUMÉ

Au cours des années 1990, plusieurs organismes ont entamé des démarches pour améliorer leurs processus d'affaires. Cette époque a été connue comme étant celle de la refonte de processus BPR (Business Process Reengineering), qui préconisait l'identification et la description des processus existants, leur analyse et conception, formalisation et mise en place de nouveaux processus dans le but de devenir plus compétitif.

Pendant la première décennie du siècle présent, plusieurs méthodologies parmi lesquelles se trouve BPM (Business Process Management), se sont développées sur la base de l'amélioration continue. En conséquence, la modélisation des processus d'affaires est devenue une nécessité pour les organismes qui s'engageaient à poursuivre une évolution fondée sur des principes de qualité.

En 2001 la notation BPMN, Business Process Modeling Notation, est créée pour tenter de normaliser et représenter les processus de façon graphique [2]. BPMN satisfait les besoins au niveau technique, et permet de représenter de façon détaillée toutes les étapes d'un processus. Mais il s'avère compliqué pour la haute direction, car beaucoup d'information est contenue dans un même graphique (pour tenter de représenter la contribution des processus à la stratégie de l'organisme)[20].

D'autre part, le langage Qualigramme [11] a été proposé en 1994 par Serge Guillard, à la suite de recherches en modélisation socio-économique des organisations. Cette notation permet aussi de représenter les processus d'affaires sur la base d'une méthode de représentation graphique qui utilise trois niveaux d'abstractions différents pour décrire les processus. Le premier niveau d'abstraction présente les aspects stratégiques de l'organisme sur la forme de processus. Le deuxième niveau d'abstraction met en évidence l'ensemble des procédures qui constituent chaque processus et le troisième niveau d'abstraction présente les instructions de travail qui composent une activité spécifique d'une procédure qui nécessite un contrôle spécifique. Cette notation insiste fortement sur les aspects d'agrégation/décomposition des activités qui permettent aux utilisateurs d'accéder à différents niveaux de détail selon leurs besoins.

L'objectif de cette recherche est de générer un ensemble de règles permettant de traduire les modèles de processus d'affaires représentés à l'aide de la notation BPMN, à partir de processus préalablement modélisés dans les diagrammes de deuxième niveau réalisés en Qualigramme. En fait cette recherche vise l'exploration de la traduction automatique entre deux notations graphiques.

Pour atteindre cet objectif, j'ai utilisé le modèle ontologique de représentation BWW, créé par Wand et Weber (1990, 1995), et fondé sur l'approche originale proposée par Mario Bunge (1977). Ce modèle permet de mettre en relation les éléments inclus dans la notation Qualigramme avec les éléments de la notation BPMN.

Peter Green et Michael Rosemann [9] ont effectué des recherches pour établir la relation entre la notation BPMN et le modèle de représentation BWW, tandis que Ben Jillali [11] a étudié de son côté la relation entre la notation Qualigramme et le même modèle de représentation BWW. Ces deux études nous permettent d'extraire les éléments correspondants au deuxième niveau d'abstraction de Qualigramme, qui est la représentation la plus utilisée. Ensuite, sur la même base ontologique, j'ai œuvré à ajouter une nouvelle classification établissant une relation fondée sur le comportement de chaque élément de la notation à traduire.

Finalement, cette recherche produit un pseudocode utilisant l'ensemble des règles de traduction pour produire un diagramme équivalent en notation BPMN. Le pseudocode utilise l'algorithme de parcours en profondeur pour lire chaque élément du graphe de Qualigramme, et produit comme résultat plusieurs collections composées pour les éléments dans le format BPMN correspondant.

Le résultat de cette recherche offre la possibilité de développer un outil de traduction automatique de graphes Qualigramme de deuxième niveau vers le BPMN.

**GÉNÉRER UN ENSEMBLE DE RÈGLES DE TRANSPOSITION POUR TRADUIRE
DES MODÈLES DE PROCESSUS D'AFFAIRES EN BPMN VERSION 1.2 À
PARTIR DES PROCESSUS PRÉALABLEMENT MODÉLISÉS DANS DES
DIAGRAMMES DE DEUXIÈME NIVEAU EN QUALIGRAMME.**

Oscar Javier SANCHEZ MENDEZ

ABSTRACT

In the 1990s, several organizations took steps to improve their business processes. This time was known as the BPR process redesign (Business Process Reengineering) period, which advocated the identification and description of existing processes, their analysis and design, formalization and putting in place new processes to become more competitive.

During the first decade of the 19th century, several methodologies, among which was the BPM (Business Process Management), were developed on the basis of continuous improvement. Accordingly, the modeling of business processes has become a necessity for organizations who undertake the pursuit of development based on quality principles.

In 2001 the BPMN Business Process Modeling Notation, was created in an attempt to standardize and represent processes in a graphical way [2]. BPMN meets the needs at a technical level, and represents all the steps in detail. But it proved complicated for senior management, because a lot of information was contained in a same graphic (in an attempt to represent the contribution of the Organization process strategy) [20].

On the other hand, the Qualigram language [11] was proposed in 1994 by Serge Guillard, following a research in socio-economic organizations modeling. This notation allows the representation of business processes, with the use of a graphical representation method that uses three different levels of abstraction to describe the process. The first level of abstraction presents the strategic aspects of the Organization as processes. The second level of abstraction highlights all the procedures that make up each process. The third level of abstraction presents the working instructions that constitute a specific activity of a procedure which requires a specific control. This notation strongly insists on aspects of

decomposition/aggregation of activities that allow users to access different levels of detail according to their needs.

The objective of this research is to generate a set of rules for translating models of business processes by using BPMN notation, from processes previously modeled in second level diagrams created in Qualigram. In fact, this research explores the automatic translation between two graphic notations.

To achieve this goal, I have used the BWW ontological representation model created by Wand and Weber (1990, 1995), based on the original which used as a starting point the original approach proposed by Mario Bunge (1977). This model allows the linking of the elements included in the Qualigram notation with those in the BPMN notation.

Peter Green and Michael Rosemann [9] conducted a research to establish the relationship between BPMN notation and the BWW model representation, while Ben Jillali [11] studied the relationship between the Qualigram notation and the same model of BWW representation. These studies allow us to retrieve the corresponding elements in the second level of abstraction of Qualigram, which is the most used representation. Then, on the same ontological basis, I have worked to add a new classification, establishing a relationship based on the behaviour of each element to translate.

Finally, this research produced a pseudocode using all of the rules of translation to produce an equivalent diagram in the BPMN notation. The pseudocode uses the algorithm road to read each item in the Qualigram graphic, and produces several collections composed by the elements in the corresponding BPMN format.

The result of this research offers the possibility of developing a tool to automatically translate Qualigram's second-level graphics towards BPMN.

TABLES DES MATIÈRES

Page

Contents

LISTE DES TABLEAUX	XIII
LISTE DES FIGURES	XV
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 REVUE DE LA LITTÉRATURE	3
1.1 La modélisation de processus.	3
1.2 Présentation de la notation Qualigramme	5
1.2.1 Premier niveau ou niveau des processus.....	8
1.2.2 Deuxième niveau ou niveau des procédures.....	10
1.2.3 Troisième niveau ou niveau des instructions de travail	11
1.3 Présentation de la notation BPMN.....	13
1.4 L'ontologie pour les systèmes d'information et le modèle BWB.	17
1.5 Conclusion	23
CHAPITRE 2 ENSEMBLE DES RÈGLES DE TRANSPOSITION DE DIAGRAMMES DE DEUXIÈME NIVEAU RÉALISÉS EN QUALIGRAMME VERS DES DIAGRAMMES BPMN ET PSEUDOCODE POUR SA MISE EN OEUVRE.	24
2.1 Présentation générale des règles	24
2.2 Éléments de type concept	31
2.2.1 Éléments de type relation.....	33
2.2.2 Éléments de type fonction.....	40
2.2.3 Éléments de type instance et axiome	51
2.3 Présentation de l'algorithme de transformation automatique.	53
CHAPITRE 3 EXPÉRIMENTATION ET CONCLUSIONS	59
3.1 Exemple de l'application des règles de transposition sur un diagramme fait en Qualigramme et son diagramme résultant en BPMN.	59
3.2 Analyses de résultats.....	62
3.3 Travaux subséquents.....	67
ANNEXE I CADRE DE BASILI.....	69
ANNEXE II TABLE DE REPRÉSENTATION DES CONSTRUCTIONS EN NOTATION BPMN DANS L'ONTOLOGIE BWB	75

ANNEXE III TABLE DE REPRÉSENTATION DES CONSTRUCTIONS QUALIGRAMME DANS L'ONTOLOGIE BWW	79
ANNEXE IV PREMIÈRE APPROCHE DES RÈGLES DE TRANSFORMATION POUR DES ÉLÉMENTS DE QUALIGRAMME 2 NIVEAU VERS BPMN	81
ANNEXE V RÈGLES DE TRANSPOSITION POUR TRADUIRE MODÈLES DE PROCESSUS D'AFFAIRES EN BPMN VERSION 1.2 À PARTIR DES PROCESSUS PRÉALABLEMENT MODÉLISÉS DANS DES DIAGRAMMES DE DEUXIÈME NIVEAU EN QUALIGRAMME.....	85
ANNEXE VI CARACTÉRISTIQUES DES ÉLÉMENTS QUALIGRAMME DÉFINIES POUR L'ALGORITHME DE TRANSFORMATION AUTOMATIQUE...	91
ANNEXE VII ALGORITHME POUR AUTOMATISER LE PROCESSUS DE TRANSFORMATION DES DIAGRAMMES DE DEUXIÈME NIVEAU RÉALISÉS EN QUALIGRAMME VERS DES DIAGRAMMES DANS LA NOTATION BPMN	105
ANNEXE VIII Notation Qualigramme Processus Budgétaire CEP	129
ANNEXE IX Notation BPMN Processus Budgétaire CEP résultant de l'algorithme	131
LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	133
BIBLIOGRAPHIE.....	135

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1.1 Approche pour la mise en œuvre du langage graphique Qualigramme.....	7
Tableau 1.2 Composants Ontologies selon G. Barchini & al. en 2007 [6].....	20
Tableau 2.1 Éléments BPMN correspondants à la construction Objet de BWW	24
Tableau 2.2 Éléments Qualigramme correspondants à la construction Objet de BWW.	25
Tableau 2.3 Éléments de Qualigramme de deuxième niveau et leur composant ontologique.	27
Tableau 2.4 Types de caractéristiques	29
Tableau 2.5 Exemple des caractéristiques pour l'élément «Unité»	30
Tableau 2.6 Caractéristiques des éléments de type de composant ontologique «concept».....	31
Tableau 2.7 Résumé des règles de transformation pour le type de composant ontologique «concept».....	33
Tableau 2.8 Caractéristiques des éléments de type de composant ontologique «relation».	34
Tableau 2.9 Résumé des règles de transformation pour le type de composant ontologique «relation».....	35
Tableau 2.10 Règle de transformation pour l'élément ligne	40
Tableau 2.11 Caractéristiques de la règle de transformation pour l'élément «ligne».	40
Tableau 2.12 Caractéristiques des composants ontologiques de type «fonction».....	41
Tableau 2.13 Résumé des règles de transformation pour le type de composant ontologique «fonction».....	43
Tableau 2.14 Règle de transformation pour la macro-instruction	47
Tableau 2.15 Caractéristiques de la règle de transformation pour la macro-instruction	49
Tableau 2.16 Caractéristiques de la règle de transformation pour l'instruction collaborative.	51

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1 Structure globale du langage Qualigramme [1]	8
Figure 1.2 Standards les plus utilisés pour faire la gestion de processus d'affaires -tiré du document [19]	15
Figure 1.3 Rôle du modèle ontologique dans le processus de transformation entre Qualigramme et BPMN.	18
Figure 2.1 Exemple transformation de l'élément «Rôle interne»	25
Figure 2.2 Règle de transposition pour l'élément unité, exemple	28
Figure 2.3 Exemple de l'élément Action amont externe dans Qualigramme.	36
Figure 2.4 Exemple BPMN de la représentation de l'action amont ou le Début externe erronée.....	36
Figure 2.5 Exemple BPMN de la représentation de l'action amont ou le Début externe correcte.....	37
Figure 2.6 Exemple de l'élément Action aval externe dans Qualigramme.	37
Figure 2.7 Exemple BPMN de la représentation de l'action aval où la fin externe est erronée.....	38
Figure 2.8 Exemple BPMN de la représentation de l'action aval où la fin externe est correcte.....	39
Figure 2.9 Exemple de flux de séquence et flux de message dans BPMN.....	39
Figure 2.10 Exemple dans Qualigramme des opérateurs logiques	44
Figure 2.11 Exemple Branchement logique, première situation	44
Figure 2.12 Exemple d'un branchement logique, deuxième situation	45
Figure 2.13 Exemple de macro-instruction dans Qualigramme.	46
Figure 2.14 Exemple de la représentation dans la notation BPMN des types de macro-instruction.	47

Figure 2.15 Exemple de l'instruction collaborative.....	49
Figure 2.16 Règle de transformation pour l'instruction collaborative.....	50
Figure 2.17 Règle de transposition pour l'outil document	52

INTRODUCTION

Selon le Gartner Group, la gestion des processus d'affaires et son amélioration sont considérés une priorité par les organismes [15-16]. Il existe un besoin d'assurer la survie de l'organisme, par le biais de l'accroissement de la satisfaction de la clientèle, la réduction des coûts d'exploitation et l'augmentation de la performance [18]. Conséquemment, il est primordial de définir la façon de modéliser ainsi que la notation à utiliser pour représenter graphiquement les modèles des processus d'affaires de l'organisme. Un des objectifs est de rendre les cartographies de processus claires et compréhensibles pour tous les intervenants, et particulièrement les normaliser pour s'assurer de leur uniformité.

Le Business Process Modeling Notation (BPMN), est une notation populaire actuellement pour la modélisation de processus d'affaires. Elle a été créée en 2001 par le Notation Working Group qui avec BPMI.org est le cofondateur de la notation BPMN. Ce groupe était initialement composé de trente-cinq organismes travaillant dans le domaine de la modélisation des processus d'affaires. Tous ces organismes avaient comme but commun d'établir une notation normalisée pour la représentation des modèles de processus sans tenir compte de l'outil utilisé.

D'autre part la notation Qualigramme, qui a été créé en 1994 par Serge Guillard, est fondée sur la méthode d'analyse et de conception OSSAD (Office Support System Analysis and Design)[1]. La méthode OSSAD est le résultat d'un projet du programme ESPRIT (European Strategic Programme for Research in Information Technology) conduit de 1985 à 1990 par une équipe multinationale et multidisciplinaire de consultants.

La notation Qualigramme est devenue populaire en France et au Québec car elle propose la notion de niveaux d'abstraction, insistant sur les aspects d'agrégation et de décomposition, et qui permettent aux utilisateurs d'accéder à différents niveaux de détails d'un processus en fonction de leurs besoins spécifiques [2].

Cette préoccupation architecturale consiste à présenter les cartographies des processus selon trois niveaux de détail progressifs. Le premier niveau dans le processus représente le contexte et les aspects stratégiques de l'organisme, c'est-à-dire les missions, la politique et les objectifs. Le deuxième niveau décrit les procédures et les aspects organisationnels de l'organisme. Autrement dit, la façon d'atteindre les objectifs définis dans le premier niveau. Finalement, le troisième niveau présente les instructions de travail qui constituent la façon de réaliser les tâches, décrites dans les activités des procédures du deuxième niveau. Chacun des trois niveaux est destiné à une audience spécifique. Ainsi le premier niveau s'adresse aux décideurs, le deuxième au cadre intermédiaire et le troisième au personnel opérationnel.

Le succès de la notation Qualigramme en France et au Québec réside dans une représentation préférée par les administrateurs, car elle ne présente aucune complexité liée à l'informatique ou au génie. De plus, le logiciel de support Qualigramme manager met à la disposition des utilisateurs, dans sa version d'entreprise, la capacité de déployer sur le web toutes les cartographies des processus, rendant ainsi plus facile la dissémination de l'information et la formation des nouveaux employés.

Cette recherche consiste à identifier les règles de conversion d'un processus, qui utilise la notation Qualigramme pour créer un processus équivalent en notation BPMN, et qui soit conforme aux normes BPMN version 1.2. De plus, nous allons déterminer s'il est possible d'y arriver d'une façon procédurale, de manière à développer un algorithme de conversion qui pourrait être automatisable. À cet effet, notre objectif consiste à présenter un algorithme de traduction détaillée, représenté en pseudocode, et qui pourrait être utilisé pour transformer automatiquement les cartographies représentées en notation Qualigramme vers la notation BPMN. En raison de l'effort requis pour effectuer cette recherche, nous avons restreint l'envergure du projet à la conversion de cartographies du niveau 2 de Qualigramme uniquement. Une vue d'ensemble de cette recherche comprenant la définition, la planification, les étapes de réalisation et l'interprétation des résultats est présentée en utilisant la méthodologie du Cadre de Basili à l'annexe 1.

CHAPITRE 1

REVUE DE LA LITTÉRATURE

1.1 La modélisation de processus.

Toutes les organisations poursuivent les mêmes objectifs, l'attention étant centrée sur l'amélioration de la façon de faire les choses, dans le but d'obtenir un bénéfice pour les actionnaires et toutes les parties prenantes de l'organisme. Cette affirmation repose dans le cœur de la Gestion du Processus d'Affaires, en anglais le BPM (Business Process Management) [2].

Le BPM est devenu une manière de penser, une philosophie braquée sur l'amélioration des processus opérationnels d'une organisation [2]. En effet, connaître en profondeur comment sont exécutés les processus opérationnels d'un organisme, permet de révéler chacune des étapes suivies dans l'élaboration d'un produit ou d'un service. Une fois les cartographies de processus établies, il est possible de réévaluer chaque étape et d'en optimiser les processus.

La modélisation des processus d'affaires constitue la formalisation des savoir-faire, elle entraîne plusieurs enjeux, parmi lesquels se trouvent les suivants [1]:

- L'organisation du travail : identifier clairement les activités ainsi que les responsabilités de chacun des participants concernant les tâches à effectuer.
- La structuration de l'organisme : remettre en question la structuration qui existe déjà dans l'organisme, car certaines tâches morcelées dans différents services pourraient être regroupées dans un nouveau service.
- La conservation de la connaissance : pérenniser le savoir-faire des personnes qui travaillent dans les processus et possédant une connaissance spécifique ou une expérience particulière.
- La transmission de la connaissance : concevoir la façon d'exposer la formalisation des processus dans le but de la rendre plus accessible.

- La communication : faire connaître le savoir-faire par tous les intervenants d'un processus, en prenant en considération les différents besoins au niveau des détails d'un même processus selon les besoins de l'utilisateur.
- L'homogénéisation : établir les meilleures pratiques dans la réalisation de chacune des tâches, pour assurer une qualité égale dans la prestation du même service dans le temps.
- L'amélioration : examiner périodiquement l'application du savoir-faire formalisé pour assurer sa conformité à ce qui a été défini et sa pertinence dans le temps.

Ces enjeux, exposés par Berger et Guillard [1], sont propres à la formalisation du savoir-faire. Dans le cadre de notre recherche, la transmission de la connaissance et de la communication seront abordées. La première est reliée à la modélisation en tant que moyen de communication, et la deuxième à la réalisation des cartographies comme telle.

L'intérêt de modéliser est de clarifier les idées et de faciliter le raisonnement. Selon Dumas et Charbonnel [15], il faut établir un langage approprié pour réussir à transmettre l'information, étant donné que le langage est un outil de communication entre des individus qui vise deux objectifs : faciliter la compréhension et également réduire les ambiguïtés.

Dans le même ordre d'idées, Berger et Guillard proposent que la rédaction graphique soit la solution à plusieurs problèmes que présente la représentation textuelle [1]. Parmi ceux-ci se trouvent les difficultés de rédaction dus au style d'écriture et au lexique utilisés. Chacun d'entre nous avons une façon particulière d'écrire pouvant être claire et cohérente de notre point de vue, mais qui peut s'avérer peu compréhensible pour d'autres personnes. Dans cet ordre d'idées, des personnes travaillant dans un environnement très technique, ont tendance à présenter les processus qu'ils utilisent dans un langage assurément plus précis, mais néanmoins difficile à comprendre pour un public moins spécialisé.

D'autre part, le niveau de détail requis afin de bien refléter un processus d'affaires est indéniablement lié au public ciblé [1]. Exposer les modèles à la haute direction de l'organisme, qui cherche à avoir une idée générale de ce qui est impliqué, ne remplit pas la

même fonction que de les exposer aux employés qui vont exécuter les activités reliées à ce processus.

Berger et Guillard utilisent la notion des niveaux d'abstraction, qui consiste à représenter les modèles de processus en utilisant trois niveaux d'abstraction différents. Le premier niveau expose les objectifs et politiques de l'organisme à l'aide de modèles généraux, le deuxième montre les procédures de l'organisation en employant des modèles plus détaillés, et le troisième fait une décortication des procédures pour retrouver les instructions de travail qui les composent.

L'optimisation des processus d'affaires entraîne beaucoup plus de travail que la simple description de ses activités [14], car elle implique la connaissance holistique de l'organisme et l'habileté pour établir la valeur ajoutée de chacune des étapes exécutées dans les processus d'affaires étudiés.

La gestion des processus fait partie des projets des années à venir et prendra toute sa place dans la culture de l'organisme. Sans elle, les organismes ne pourront rester compétitifs ni mettre en valeur leur savoir-faire [14].

1.2 Présentation de la notation Qualigramme

Comme nous l'avons mentionné antérieurement, la rédaction de procédures de façon graphique s'avère comme une solution aux problèmes présentés en vue de l'utilisation de la méthode de rédaction narrative, et offre la possibilité d'aller plus loin en termes de desservir le public cible.

En réponse à cette problématique et dans le cadre d'une recherche en modélisation socio-économique, Monsieur Serge Guillard a créé en 1994 la notation Qualigramme, et avec lui la méthode de représentation graphique Qualigramme qui est basée sur la méthode d'analyse et de conception OSSAD (Office Support System Analysis and Design).

Bien qu'il existe diverses méthodes d'analyse et de conception de systèmes d'information à large diffusion tels que MERISE, AXIAL, AMS et bien d'autres méthodes conçues pour une diffusion restreinte au sein propre des organismes, OSSAD présente une approche avec des caractéristiques particulières qui la rendent unique et originale:

- Elle est conceptuelle et normative en ce qui a trait à une analyse-conception et mise en œuvre de systèmes d'information, mais elle est aussi fondée sur la validation empirique de ses concepts par les études de cas pratiques.
- Elle permet de décrire un système de manière formelle au moyen d'un langage qui lui est propre et qui prend en considération les aspects organisationnels et humains.
- Elle insiste sur l'aspect des procédures de mise en œuvre effective et leurs relations avec la conception même du système.
- Elle propose de décomposer la réalité en deux parties. La première, dénommée abstraite, qui permet de décrire les finalités de l'organisme, et la deuxième appelée descriptive qui met l'accent sur leur réalisation.

Selon, Jean-Paul de Blasis [15], professeur à l'université de Genève et expert auprès de la Commission des Communautés Européennes, l'une des principales caractéristiques de la méthodologie OSSAD est la formulation des conseils pratiques de la mise en œuvre, tirés des expériences obtenues après six années de travail par un groupe d'organismes, de laboratoires et d'universités dans le cadre du projet européen ESPRIT (European Strategic Program for Research into Information Technology, programme européen pour le développement des technologies de pointe).

Qualigramme est soutenu par le langage graphique, il utilise un vocabulaire composé de 4 formes de base, qui sont :

- Les Actions

- Les Entités
- Les Outils
- Les Informations

Parmi les règles qui régissent le langage Qualigramme, la formalisation du flux d'information s'avère comme une solution fonctionnelle pour identifier les relations entre les entités. Chaque action doit avoir une information d'entrée et une de sortie pour rester dans le processus. Il faut renforcer la chaîne de la qualité, identifier la contribution ou la valeur ajoutée d'une action, et par conséquent évaluer sa performance [2].

De plus, la notation Qualigramme est composée de règles de structuration et de construction qui régissent son fonctionnement (une grammaire), tout comme d'une syntaxe particulière adaptée aux formes graphiques. Dans ces conditions, cette notation possède la capacité de représenter les situations de l'organisme à la lumière d'une approche systémique de l'organisme, ainsi :

Forme	Situation à décrire
Entités	Qui est concerné?
Action	Quoi à réaliser ? et Comment ?
Outil	Avec quoi ? va être faite l'action
Information	Quelle ou quelles informations sont à utiliser ou à produire.
Flux	De qui ?, vers qui ? De quoi, vers quoi? Comment va circuler l'information

Tableau 1.1 Approche pour la mise en œuvre du langage graphique Qualigramme

Pour le langage Qualigramme, les éléments de l'organisation sont structurés selon trois niveaux, du plus global au plus détaillé:

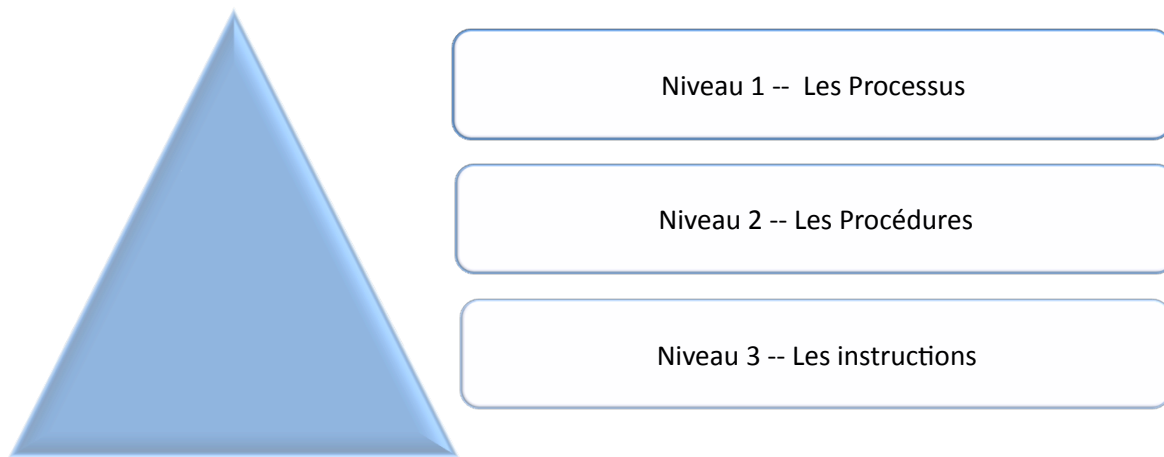


Figure 1.1 Structure globale du langage Qualigramme [1]

Pour mieux comprendre la façon de procéder de Qualigramme, nous présenterons un survol de ses différents niveaux d'abstractions, en mettant l'emphasis sur le deuxième niveau car il constitue le principal objet de cette recherche.

1.2.1 Premier niveau ou niveau des processus

Selon l'ISO 9000:2000 le processus c'est un "ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie". Cependant, cette définition pourrait être appliquée à n'importe quelle action. La différence réside dans le fait que pour Qualigramme les processus sont au sommet de l'organisation, et ils s'y trouvent pour combler les attentes des clients et permettent également d'identifier les relations globales, qui vont devenir les indicateurs ou objectifs de l'organisme. Parallèlement, son identification permettra aux employés de comprendre les objectifs de l'organisme, et à la haute direction de distinguer leurs processus « cœur de métier », qui sont la base de sa mission, de ceux de soutien.

Les règles de structuration pour la rédaction de ce niveau comportent :

- Pas de rôles internes : les processus doivent représenter, en utilisant seulement des entités externes, ceux qui sont accomplis au sein de l'organisme pour offrir un service ou un produit au client.
- Pas de moyen : dans le premier niveau des diagrammes utilisant la notation Qualigramme, la représentation des processus ne montre pas comment ils sont accomplis, car le but de ce niveau est de les représenter toujours de façon générale.
- Pas de chronologie pour les processus : On doit identifier les étapes ou procédures qui sont accomplies pour l'aboutissement des résultats, sans identifier le temps qu'entraîne chaque étape.

Les cartographies de processus d'affaire, faits avec la notation Qualigramme, doivent permettre pour un processus donné :

- de comprendre la finalité du processus.
- de visualiser le processus dans son contexte.
- de visualiser les entités externes qui sont affectées.
- de visualiser les entrées et les sorties du processus.
- d'identifier les différentes procédures imbriquées étant impliquées dans la réalisation des objectifs
- d'identifier les relations de ces procédures, à l'interne.

En somme, le premier niveau représente le point de départ dans la description des processus selon la notation Qualigramme. Notez que ce niveau de représentation des processus ne fait pas partie de cette recherche de règles de conversion. Seulement le deuxième niveau, présenté dans la section suivante, a été étudié par notre recherche.

1.2.2 Deuxième niveau ou niveau des procédures

Les procédures, dans la notation graphique Qualigramme, constituent la manière dont l'organisme atteint ses objectifs ayant été définie dans les processus de niveau un, à savoir les aspects organisationnels de l'organisme.

Au niveau de l'approche de représentation, telle qu'elle a été présentée dans la section 1.2, son but est de définir les relations entre les entités internes afin de représenter les interactions entre les divers intervenants (c'est-à-dire : le qui fait quoi), ainsi que la séquence d'exécution des activités (c'est-à-dire: que fait-on).

La représentation visuelle des procédures, avec la notation Qualigramme, met à profit l'utilisation des rôles, représentés sous la forme de colonnes (c'est-à-dire: pistes ou corridors), permettant d'identifier les actions qui sont réalisées par les rôles concernés. Les actions réalisées, constituant des instructions de travail, sont disposées de manière séquentielle et les résultats d'une action deviennent l'entrée de l'action suivante. En conséquence, les actions sont représentées de manière chronologique. Par ailleurs, les outils de références les plus importants, qui sont souvent utilisés lors du déroulement d'une action, peuvent être inclus dans les cartographies. Cela dans le but de permettre aux utilisateurs d'identifier facilement (c'est-à-dire: en cliquant dessus) les moyens principaux pour atteindre les finalités de chaque instruction représentée graphiquement dans la procédure.

Les règles de structuration pour la rédaction de ce deuxième niveau d'abstraction comportent :

- l'utilisation de plusieurs rôles : Ce qui permet d'identifier les entités internes et externes concernées dans la procédure.
- des moyens principaux : La représentation des outils les plus importants qui sont utilisés tout au long de la réalisation des actions de la procédure.

- une chronologie verticale des actions : Qui donne comme résultat l'enchaînement des actions du haut vers le bas.

Tandis que le niveau des processus (c'est-à-dire: le niveau un) représentait l'aspect stratégique de l'organisme, le niveau deux a pour but d'imager une structure organisationnelle qui va clarifier, sensibiliser, impliquer et responsabiliser les parties concernées lors de l'exécution des procédures de chacun des processus du premier niveau.

Les cartographies de processus réalisées avec la notation Qualigramme, pour une procédure, doivent permettre :

- d'identifier quoi est fait en amont et en aval de chaque action.
- d'identifier qui fait les actions précédentes et subséquentes.
- d'identifier les outils nécessaires à la réalisation de chaque action.
- d'identifier les entrées et les sorties de chaque action.
- d'identifier les contributions de chaque action par rapport au résultat final.

Les éléments, qui *composent* la représentation graphique de Qualigramme de deuxième niveau, seront exposés en profondeur dans le prochain chapitre.

1.2.3 Troisième niveau ou niveau des instructions de travail

Pour la pyramide organisationnelle de l'organisme, les représentations du savoir-faire pour le niveau stratégique (c.-à-d. : le niveau un) et organisationnel (c.-à-d. : le niveau deux) ont déjà été présentés. Le troisième niveau d'abstraction quant à lui est ciblé sur la partie opérationnelle du travail, c'est-à-dire les instructions de travail dont les parties constituantes sont exposées individuellement pour décrire comment le travail doit être réalisé et contrôlé.

Ce dernier niveau décrit les opérations élémentaires qui doivent être mises en œuvre par un acteur ou un rôle dans le but de réaliser une tâche, ainsi que les contrôles associés et ses

actions correctrices. Tel qu'il a été présenté plus haut, la représentation des processus de l'organisation cherche, parmi un de ses objectifs principaux, à les améliorer tant du point de vue de résultats que du point de vue tactique. Ceci est accompli par la représentation détaillée des opérations à accomplir, les contrôles imposés, ainsi que les opérations correctrices qui résultent de problèmes encourus pendant le déroulement de chaque opération.

Les règles de structuration pour la rédaction du niveau 3 sont :

- un seul rôle impliqué : les opérations sont effectuées par un seul acteur ou rôle et constituent, ou presque, une opération manuelle des activités à réaliser par un employé dans le cadre de la réalisation des actions liées à un processus en particulier.
- tous les moyens : à la différence du deuxième niveau décrit ci-haut, les outils qui permettent le développement de la tâche par l'employé sont importants, et doivent apparaître dans la représentation graphique de l'opération.
- chronologie verticale des opérations : semblables à des représentations du deuxième niveau, les tâches qui s'imbriquent l'une après l'autre sont le résultat de la relation entre les entrées d'une tâche et les sorties de la tâche précédente.

Pareillement aux niveaux précédents, la représentation des instructions permet :

- de comprendre les mesures de qualité, sécurité, environnementales, etc. appliquées à chaque tâche en particulier
- de maîtriser la réalisation de tâches critiques et complexes au moyen de sa fragmentation en opérations simples.
- d'identifier tous les outils et documents nécessaires pour accomplir une opération.
- d'identifier les points les plus importants du point de vue de la qualité opérative et qui ont besoin de contrôles spécifiques.
- d'établir les actions correctrices à déclencher, en réponse à des exceptions qui *apparaissent* dans la réalisation de la tâche.

Il faut mentionner qu'il n'est pas recommandé de décrire toutes les opérations de travail qui composent une cartographie de deuxième niveau. Les cartographies de troisième niveau mettent l'accent principalement sur les opérations représentant un risque, car les autres opérations sont moins risquées et ne nécessitent pas une description des contrôles et actions correcteurs en cas de problème.

La notation Qualigramme satisfait les exigences de la norme ISO 9000 (version 2000) par rapport à la description des processus de l'organisme. Elle expose une approche pour la formalisation des processus structurés avec les trois niveaux d'abstraction décrits antérieurement. De plus, Qualigramme permet de créer des relations dynamiques entre toutes les représentations graphiques formalisées. C'est-à-dire, en vue d'identifier les entrées et les sorties d'une instruction de travail, on pourrait vérifier dans le diagramme des procédures, et pour connaître les entrées et sorties de la procédure, on pourrait vérifier dans le diagramme des processus. La navigation dans ce savoir-faire formalisé peut se faire selon trois axes, à savoir :

- navigation hiérarchique : Elle correspond à l'agrégation ou décomposition de l'organisation, cela permet de naviguer entre les processus, les procédures et les instructions de travail pour accéder à un niveau de détail supérieur ou le contraire.
- navigation transversale : Elle correspond à la capacité de suivre les étapes d'une représentation entre les entrées et les sorties de n'importe quel niveau du diagramme.
- navigation externe : Cette navigation permet d'identifier les documents et outils nécessaires à l'exécution d'une action dans une représentation faite avec la notation Qualigramme.

1.3 Présentation de la notation BPMN.

La notation BPMN, Business Process Modeling Notation, est une notation pour la modélisation de processus d'affaires initialement créée en 2001 par le Notation Working Group (qui en est le cofondateur avec BPMI.org de BPM) [2]. Ce groupe était originalement

composé par trente-cinq organismes travaillant à la modélisation, avec le but d'établir une notation unique pour la représentation des modèles de processus, sans tenir compte des outils d'implantation.

Cette notation a vu le jour en mai 2004 avec la spécification 1.0 de BPMN et maintes compagnies ont développé différentes implémentations [20]. En février de 2006, BPMN sous la spécification 1.0 est devenue un standard après que BPMI.org se soit incorporé à l'OMG.

Selon les auteurs Stephen A. White et Derek Miers [2], une des faiblesses de cette notation est l'absence d'un mécanisme de stockage. Ceci signifie que chacun des outils créés pour travailler avec la notation BPMN a sa façon propre de conserver les données, ce qui cause une difficulté en termes de portabilité.

Harmon et Wolf [19] signalent qu'en 2010, cinquante-deux pourcent (52%) des organisations étaient intéressées par les initiatives de gestion de processus d'affaires. Celles-ci avaient pris l'engagement stratégique de devenir centrées sur les processus, ou s'étaient engagées dans un ou plusieurs projets majeurs d'amélioration de leurs processus d'affaires. Un nombre supplémentaire de l'ordre de 45% était sur le point d'explorer ces possibilités ou avait déjà pris un engagement initial.

Dans le même rapport, ces auteurs ont déterminé que le standard le plus utilisé est la notation BPMN. Elle se retrouve dans plus de 50 % des organismes ayant participé à cette étude. Le graphique suivant nous montre la distribution des notations dans ce rapport.

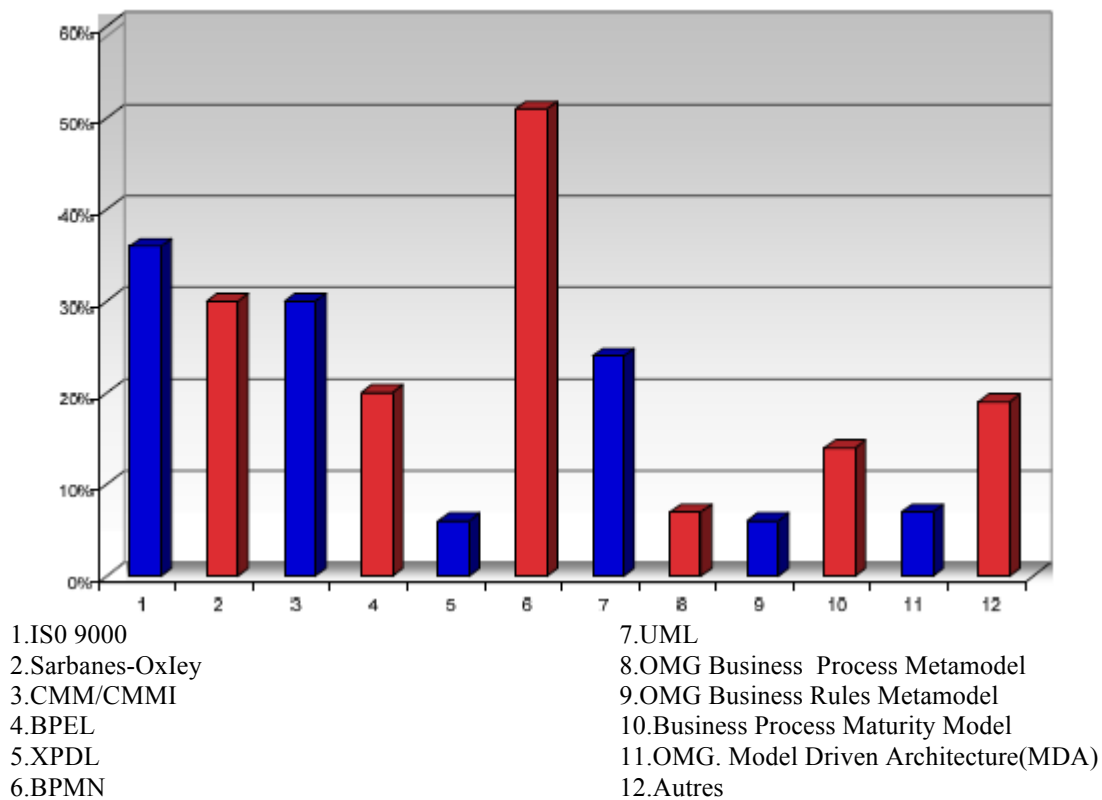


Figure 1.2 Standards les plus utilisés pour faire la gestion de processus d'affaires -tiré du document [19]

La représentation des processus avec BPMN est faite à un seul niveau d'abstraction, ayant le degré de détail nécessaire à la finalité du diagramme selon un public spécifique. Il existe trois catégories de processus [2]:

- Orchestration : Les modèles d'orchestration BPMN offrent une représentation de la façon dont une entité accomplit les activités correspondant à un processus ou une procédure.
- Chorégraphie : les modèles de chorégraphie identifient les relations existantes entre les différentes unités d'un même organisme ou des entités externes. Le processus décrit représente les activités dans les deux entités.

- Collaboration : les modèles de collaboration exposent les relations entre deux entités, de la même façon que les modèles de chorégraphie, mais ils ne présentent les activités que d'un seul côté.

Une représentation d'un processus, en notation BPMN, peut être composée d'une ou plusieurs chorégraphies et d'une ou plusieurs collaborations dans le même graphique.

Comme pour BPMN, les concepts de piste ou corridor ont une grande importance. Une piste représente l'entité ou les entités principales du processus et les entités secondaires, tandis que les corridors représentent les rôles dans chacune des entités qui sont chargés de réaliser les activités qui composent un processus [2].

Alors, si la représentation d'un processus décrit toutes les activités qui sont faites pour les rôles (corridors) seulement dans une entité (piste), il devient un modèle d'orchestration. D'ailleurs, s'il y a deux ou plusieurs entités (pistes) et que le processus représente les activités réalisées par ses rôles (corridors) au sein de chacune d'elles, il est un modèle de chorégraphie. Finalement, si les rôles et les activités qui sont réalisés dans une entité ne sont pas mentionnés, on est en face d'un modèle de collaboration [2].

Dans le cas de BPMN, il existe des règles permettant de déterminer la validité d'un modèle donné. Déterminer si un modèle est valide ou erroné est du ressort des experts connaissant le processus représenté [2]. Cependant, l'établissement des règles décidant du niveau de détail que représente le graphique est de la responsabilité du modélisateur, car il se doit de connaître le public visé par la représentation du modèle de processus.

BPMN offre 50 éléments graphiques, dans sa notation, afin de décrire un processus d'affaires. Une étude a répertorié qu'une cartographie typique n'en utilise que 9 seulement [21]. Ceci a pour conséquence de faire de BPMN une notation riche en éléments pour modéliser un processus, mais en contrepartie elle est hautement complexe [20].

La détermination des règles de conversion entre deux notations, étant l'objet principal de cette recherche, accompagné du pseudocode proposé dans les prochains chapitres permettront de convertir une cartographie de deuxième niveau réalisée avec la notation Qualigramme en une représentation équivalente en BPMN, c'est-à-dire respectant les règles de la sémantique propres à cette notation complexe.

1.4 L'ontologie pour les systèmes d'information et le modèle BWW.

Les systèmes d'information sont essentiellement des outils de connaissance qui capturent et représentant le savoir dans un domaine donné [6]. Or, un ensemble de connaissances formellement représenté est basé sur une conceptualisation des objets, concepts et autres entités qui sont présumés exister dans le domaine d'intérêt ainsi que leur relations [22]. Une conceptualisation est un résumé, une vue simplifiée de la réalité, dont la représentation est nécessaire dans un but donné. Chaque base de connaissances, basée sur la représentation des systèmes, implique explicitement ou implicitement un certain niveau de conceptualisation. Une ontologie est une spécification explicite d'une conceptualisation [10].

L'utilisation d'une conceptualisation uniformisée pour la notation Qualigramme et la notation BPMN permettra d'identifier les éléments correspondants à un même concept dans les deux notations. Chaque élément de la notation Qualigramme représente formellement soit un objet, soit un concept, soit une relation ou d'autres entités de la réalité. Un modèle ontologique rend légitime la sélection de l'élément de la notation BPMN, étant donné qu'ils sont considérés sous l'égide du même concept au niveau du modèle.

Le graphique suivant permet de visualiser le rôle de l'ontologique dans le processus de transformation entre les deux notations.

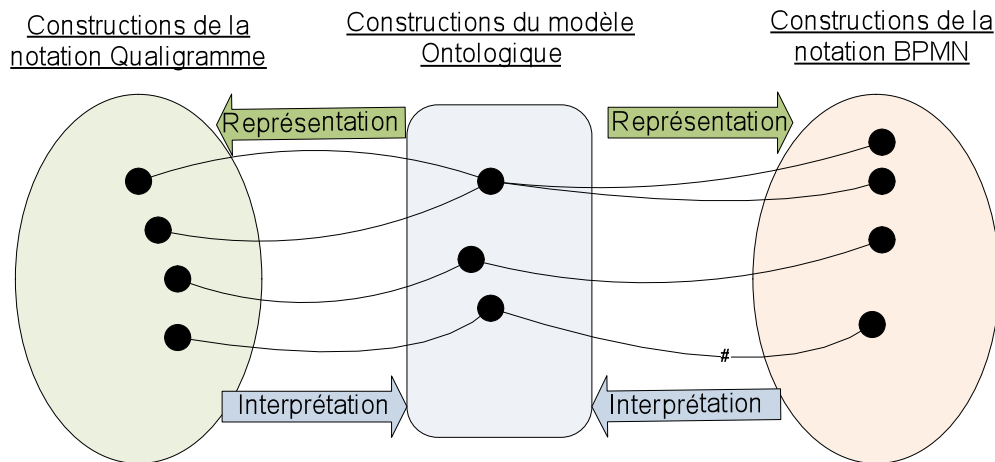


Figure 1.3 Rôle du modèle ontologique dans le processus de transformation entre Qualigramme et BPMN.

Pour modéliser la connaissance, l'Ontologie [5], qui est la philosophie consacrée à l'identification des choses, structures, objets, événements, propriétés et les relations dans un domaine de référence, permet [6] l'explication systématique de l'existence selon la perception humaine. Les chercheurs ont employé l'ontologie dans le but d'expliquer les fondements théoriques pour modéliser et évaluer les notations graphiques.

Dans le contexte des systèmes d'information, le terme ontologie désigne une organisation des concepts d'un domaine. Concrètement, [7] une ontologie est une bibliothèque de termes ou de définitions de concepts, qui décrivent la structure de l'information pour un domaine donné ou une activité particulière.

Les ontologies possèdent des caractéristiques fondamentales [8].

- les ontologies sont formelles : ceci signifie qu'elles sont exprimées dans une langue qui a une syntaxe clairement définie. Les représentations faites des techniques de modélisation sont semi-formelles.

- les ontologies sont lisibles par les humains : ceci signifie qu'elles peuvent être développées, partagées, et comprises par les communautés d'experts dans un domaine donné ainsi que par des utilisateurs potentiels.
- les ontologies sont vastes : elles sont conçues dans le but d'inclure toute la signification appropriée des concepts liés à un domaine.

Le modèle le plus référencé, en termes de la modélisation de processus d'affaire, a été développé par Wand et Weber (de 1990 à 1995). Inspiré de l'approche proposée par Mario Bunge (en 1977) concernant la représentation du monde matériel, pour établir comment est construite la réalité dans les Systèmes d'Information. Il est connu sous le nom de modèle ontologique de représentation Bunge, Wand et Weber (BWW) [20].

Le modèle BWW est fondé sur le réalisme scientifique, qui exige une compréhension théorique profonde et détaillée de la réalité par des moyens scientifiques; tous les objets existant dans le monde réel détiennent forcément des caractéristiques telles que la localisation, la masse, la densité, etc. Cette façon de voir les choses permet d'éviter les interprétations humaines, car son existence a déjà été prouvée. Bunge expose donc que le monde réel des systèmes d'information est composé d'une série des systèmes interconnectés, et cette affirmation épistémologique est la base sur laquelle Wand et Weber ont formulé leur modèle de décomposition des systèmes d'information.

Wand et Weber ont tenté de définir une série de modèles qui entraînent ce qu'ils considèrent comme le cœur de la discipline des systèmes d'information. Ce modèle de représentation fournit une base théorique sur laquelle les modèles grammaticaux de modélisation des systèmes d'information, et les scripts préparés en utilisant ces grammaires, peuvent être évalués formellement. Il est aussi basé sur le principe suivant : «Tout langage de modélisation doit pouvoir représenter dans le monde réel toutes les choses susceptibles de constituer un intérêt pour les utilisateurs des systèmes d'information, sinon le modèle résultant est incomplet» [10]. De surcroît, Weber affirme que cet aspect évaluatif des

modèles persiste, indépendamment des philosophies présumées dans lesquelles les modèles sont appliqués selon les notations.

Par ailleurs, les modèles ontologiques reposent sur des constructions abstraites, présentant les principaux composants structurels et dynamiques de la réalité [6]. Cependant pour représenter la connaissance ils précisent les composants suivants :

Composants Ontologiques	
Terme	Définition
Concepts	Ce sont les idées les plus fondamentales à formaliser, les concepts peuvent être des classes d'objets, méthodes, plans, stratégies, etc.
Relations	Elles représentent les liens et les interactions existant entre les concepts
Fonctions	Elles sont un type spécifique de relation où l'on peut identifier un élément en utilisant le calcul d'une fonction qui considère plusieurs éléments de l'ontologie
Instances	Elles sont utilisées pour représenter des concepts précis d'un objet.
Axiomes	Ils sont de théorèmes qui se déclarent sur les relations qu'il faut accomplir entre les éléments de l'ontologie.

Tableau 1.2 Composants Ontologies selon G. Barchini & al. en 2007 [6]

Ces composants avaient été traités précédemment par Gruber en 1993 [10] dans le but de créer une ontologie portable dans différents systèmes et langages, c'est-à-dire une ontologie qui peut être définie indépendamment de la représentation spécifique du langage. Les

définitions doivent être rédigées en respectant certains formalismes communs, si elles doivent être partageables par des applications basées sur la même connaissance [3]. Les différentes applications exigent différents types de services de raisonnement, afin de soutenir leurs langages spécifiques. Ainsi, le problème de portabilité pour les ontologies est de soutenir celles qui sont communes sur les systèmes de représentation multiple [3].

Dans le cadre de cette recherche l'utilisation de ces composants, au moment de faire la conversion d'une cartographie de deuxième niveau créée en notation Qualigramme vers la notation BPMN, s'avérera utile.

Recker et Rosemann (en 2005) ont fait l'analyse de la notation BPMN en utilisant le modèle ontologique de Wand et Weber, et ils ont identifié un petit nombre de faiblesses démontrant le niveau de maturité de cette notation. Les principales déficiences rapportées sont les suivantes [20]:

- le BPMN n'a pas de représentation pour l'état, état stable, espace d'état concevable, espace d'état légitime, espace événementiel concevable, espace événementiel légal qui sont des caractéristiques nécessaires dans une notation qui cherche à modeler le monde réel.
- le BPMN ne possède pas de moyens pour documenter une chronologie, c'est-à-dire qu'il est impossible de suivre les changements d'état d'une entité dans le temps.
- le BPMN ne peut pas établir dans le modèle les limites du système et ses composants.
- les constructions de piste et corridor nécessitent des connaissances supplémentaires pour comprendre la représentation qu'elles font de la réalité.
- les éléments BPMN activité, tâche, sous-processus, processus collapse, et transaction causent une confusion pour les utilisateurs au moment de représenter une transformation.
- les événements de déclenchement, message, minuterie, compensation, événement de début et événement intermédiaire exigent un niveau de connaissance supérieur pour comprendre les différences entre eux.

Recker et Rosemann (en 2005) ont continué à travailler dans le but de déterminer la relation complète entre les constructions faites en BPMN et l'ontologie BWW. Pour effectuer ces travaux, ils ont utilisé une analyse comportant trois étapes

Dans un premier temps deux chercheurs, spécialisés en BPMN, ont établi une première relation entre les constructions BPMN et l'ontologie BWW. Dans l'étape suivante chacun a défendu sa proposition, et ils sont arrivés à un consensus pour déterminer une cartographie unique résultante. Finalement, dans la dernière étape ils ont présenté, discuté et peaufiné, pendant plusieurs réunions, la cartographie des constructions BPMN dans les constructions de l'ontologie BWW (qui se trouve dans l'annexe 2). Pour cette dernière partie du travail, cette cartographie constitue une des matières premières du processus, car elle est utile pour identifier les règles de conversion entre un diagramme de deuxième niveau fait avec la notation Qualigramme et la notation équivalente en BPMN.

Ben Jillali [11] a fait une étude concernant l'évaluation de la qualité de la notation Qualigramme en utilisant le modèle de représentation BWW. Il a utilisé à la base de sa procédure d'analyse un méta-modèle, fait en UML, ce qui lui a permis de définir les éléments de construction de la notation Qualigramme et des relations entre les composants du BWW.

Le résultat de cette recherche, avec l'appui d'autres chercheurs et de l'entreprise Qualigramme Taktika, a permis de définir les éléments de construction du modèle de représentation BWW liés à ceux de la notation Qualigramme. Le tableau qui représente ces relations se trouve dans l'annexe 3.

Cette recherche utilise le résultat du travail de Jillali [11] et de Recker et Rosemann [20] pour effectuer l'algorithme de conversion.

1.5 Conclusion

Lors de la revue littéraire, on a pu constater le besoin incontournable de la démarche sur la formalisation des processus d'affaires, et l'avantage de l'utilisation d'une représentation graphique pour les organismes voulant entreprendre des processus d'amélioration continue.

D'une part, le langage Qualigramme, populaire en France et au Québec, présente une notation fondée sur la notion des niveaux d'abstraction qui permet d'accéder à différents niveaux de détail selon les besoins des utilisateurs. En revanche, la notation BPMN est la notation la plus utilisée et par conséquent un standard au niveau mondial. Le sujet de cette recherche est d'établir les règles de transformation des diagrammes réalisés en Qualigramme vers des diagrammes réalisés sous la notation BPMN.

Pour y arriver, l'utilisation du modèle ontologique de représentation Bunge, Wand et Weber (BWW) s'avère comme la voie la plus prometteuse, car il permet d'établir l'élément correspondant parmi ses constructions pour interpréter les éléments de Qualigramme. Ensuite, il est nécessaire de déterminer le ou les éléments correspondants à la notation BPMN pour représenter cette construction spécifique, comme on peut le voir dans la figure 1.3.

Dans le prochain chapitre, l'utilisation du modèle BWW dans cette recherche sera présente dans un premier temps. En deuxième lieu les règles, groupées sous le concept de composant ontologique, tel que montré dans le tableau 1.2 seront exposées. L'algorithme permettant de traiter, de façon procédurale, un diagramme de deuxième niveau réalisé en Qualigramme pour obtenir un diagramme en BPMN sera également présenté.

CHAPITRE 2

ENSEMBLE DES RÈGLES DE TRANSPOSITION DE DIAGRAMMES DE DEUXIÈME NIVEAU RÉALISÉS EN QUALIGRAMME VERS DES DIAGRAMMES BPMN ET PSEUDOCODE POUR SA MISE EN OEUVRE.

2.1 Présentation générale des règles

Dans le cadre de cette recherche, l'utilisation d'une conceptualisation uniformisée pour la notation Qualigramme et la notation BPMN permettra d'identifier les éléments correspondants au même concept dans les deux notations. Parmi les différentes propositions pour conceptualiser les modèles de processus d'affaires, le modèle ontologique de représentation Bunge, Wand et Weber (BWW) est le plus répandu et le plus utilisé dans le domaine des systèmes d'information [20].

En 2005, Recker et Rosemann [20] ont déterminé la relation entre les objets de BPMN et le modèle ontologique de représentation BWW exposée dans l'annexe 2. Ci-après, un exemple de la relation établie entre les éléments de la notation BPMN correspondants à la construction ontologique BWW pour le concept «objet».

BPMN - Modèle de représentation ontologique BWW	
Construction de BPMN	Construction ontologique
Piste, Corridor	Objet

Tableau 2.1 Éléments BPMN correspondants à la construction Objet de BWW

D'autre part, Jillali en 2010 [11] a identifié la relation entre les constructions de Qualigramme et le même modèle ontologique, présentée dans l'annexe 3. Dans le même ordre d'idées, le tableau suivant présente un exemple de la relation établie entre les éléments de la notation Qualigramme correspondants à la construction ontologique BWW pour le concept «objet».

Qualigramme - Modèle de représentation ontologique BWW	
Construction de Qualigramme	Construction ontologique
Rôle interne, unité, rôle externe (entité externe), rôle de provenance, rôle de destination, outil document, outil matériel.	Objet

Tableau 2.2 Éléments Qualigramme correspondants à la construction Objet de BWW.

Dans le cadre de cette recherche, le processus commence par établir l'élément correspondant dans la notation BPMN pour chacun des éléments de Qualigramme. Bien entendu, il faut prendre en considération la construction ontologique ainsi que les contraintes établies dans chacune des notations. Par exemple, une unité de Qualigramme est identifiée comme étant un «objet» dans la construction ontologique du modèle BWW, tel qu'on peut le voir dans le tableau de l'annexe 3 (exemple tableau 2.2). Ensuite, et dans l'annexe 2 (exemple tableau 2.1), les constructions BPMN disposées pour la construction «objet» du modèle BWW sont la piste et le corridor. Dans ce cas, l'élément BPMN le plus approprié parmi les deux options devient le corridor. Étant donné que l'unité fait partie de l'organisme qui exécute la procédure, il deviendra un corridor dans la piste principale BPMN. Le processus de transformation entre un élément dans la notation Qualigramme vers un élément dans la notation BPMN est illustré de façon générale dans le graphique suivant:

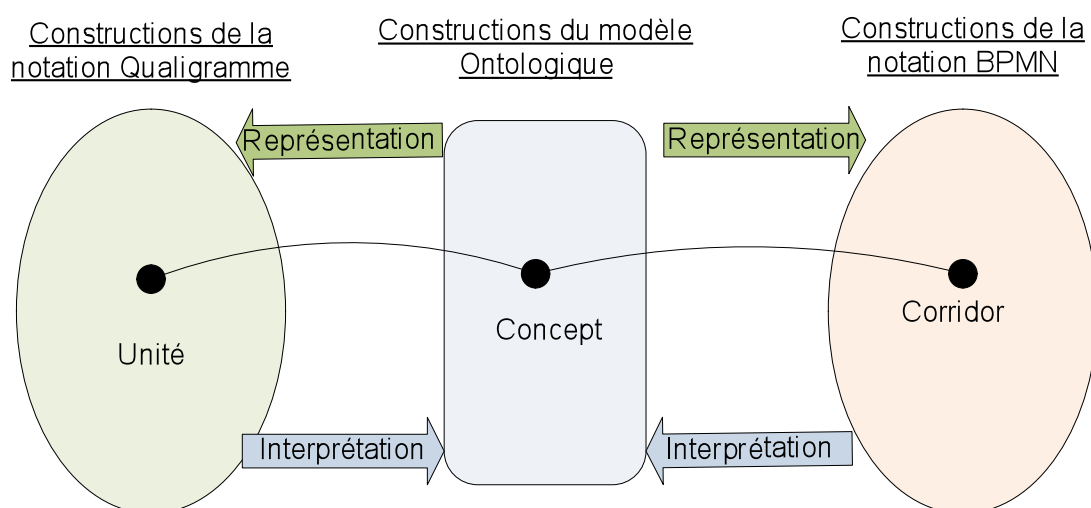


Figure 2.1 Exemple de transformation de l'élément «Rôle interne»

Ce processus a été effectué pour chacun des éléments disponibles dans le langage Qualigramme pour élaborer les diagrammes de deuxième niveau. Ainsi le point de départ pour établir les règles de transposition est dès lors déterminé. Cette approche se trouve dans l'annexe 4.

Cependant, on retrouve de nombreux cas où l'élément correspondant dans la notation BPMN n'existe tout simplement pas, et il a donc fallu trouver des alternatives pour surmonter cet inconvénient. Pour illustrer cette situation, prenons le cas de l'instruction Collaborative faisant partie des éléments de la notation Qualigramme pour le deuxième niveau. Dans la notation BPMN, l'absence d'un élément représentant une tâche réalisée par plusieurs rôles en même temps, oblige à utiliser une tâche commune avec des caractéristiques spéciales. (Les cas, où cette situation se présente, seront exposés dans les sections subséquentes).

Motivé par la nécessité de trouver une solution à cet inconvénient, j'ai effectué plusieurs réunions avec un étudiant au doctorat. Ceci dans le but d'en arriver à un consensus dans les cas où nos opinions divergeaient, dû à l'existence de possibilités multiples. Les règles issues de ces discussions constituent la deuxième étape dans le processus d'épuration et d'ajustement.

Étant donné qu'il existe différents comportements dans le processus de transformation introduit par l'algorithme émané de cette recherche, les éléments, composant les cartographies réalisées en Qualigramme, ont été groupés selon les types de composant ontologique exposés dans le tableau 1.2. (C'est-à-dire, concept, relation, fonction, instance, axiome).

Le tableau ci-dessous résume la relation entre des éléments Qualigramme et le type de composant ontologique :

Élément Qualigramme	Type de Composant Ontologique
Document de la procédure	Concept

Unité	Concept
Rôle interne	Concept
Rôle externe	Concept
Rôle de provenance ou Rôle de destination	Concept
Instruction	Concept
Instruction Pointillée	Concept
Fait initial Interne	Concept
Action Amont Interne	Concept
Fin Interne	Concept
Action Aval Interne	Concept
Action Amont Externe	Relation
Action Aval Externe	Relation
Ligne	Relation
Opérateur ET	Fonction
Opérateur OU	Fonction
Macro-instruction	Fonction
Instruction Collaborative	Fonction
Sous-procédure	Fonction
L'outil document	Instance
Document support	Instance
Document	Instance
l'outil matériel	Instance
Commentaires	Instance

Tableau 2.3 Éléments de Qualigramme de deuxième niveau et leur composant ontologique.

Cette classification a été ajoutée aux règles obtenues dans l'étape précédente pour atteindre la définition finale des règles qui se trouve dans l'annexe 5. Étant donné que Qualigramme et le BPMN sont de notations graphiques, chacune des relations est présentée sous forme graphique. Voici un exemple qui permet de mieux comprendre la manière dont ont été établies les règles de transposition :

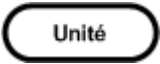
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Unité 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Corridor 

Figure 2.2 Règle de transposition pour l'élément «unité», exemple

Dans Qualigramme, l'élément «unité» représentant généralement un service de l'entreprise est illustré par un ovale à bord gras. Cet élément devient un corridor dans la notation BPMN, qui doit bien entendu se placer dans la piste principale.

D'autre part l'algorithme, fourni par cette recherche, envisage la transformation automatique des cartographies réalisées en Qualigramme vers la notation BPMN. Cependant, plusieurs prémisses ont été spécifiées pour atteindre cet objectif. Celles-ci seront abordées lors de l'exposition des règles.

Néanmoins, la présentation des deux prémisses les plus importantes est un incontournable au moment de parler des éléments qui se trouvent dans un graphique réalisé en Qualigramme.

- Prémisse 1 : tous les éléments d'un graphique réalisé en Qualigramme se trouvent dans une structure de données de type arbre. C'est-à-dire, un graphe auquel l'algorithme à la permission d'accéder.
- Prémisse 2 : L'algorithme a accès à l'information, selon le type de composant, correspondant à chaque élément d'un graphique réalisé en Qualigramme.

Étant donné la prémisse 2, et dû au fait que les éléments des deux notations agissent de façon différente selon leur type de composant ontologique, l'algorithme renfermera des caractéristiques spécifiques à chacun des composants. Ces caractéristiques sont de trois types différents. À savoir :

Type	Définition
Forme	elle comprend les caractéristiques accordées à la forme, soit l'aspect de l'élément dans le graphique
Composant ontologique	il correspond à la classification parmi les types de composant ontologique existants.
Position	elle comporte les caractéristiques qui permettent d'identifier la position de l'élément dans le graphe (prémisse 1).

Tableau 2.4 Types de caractéristiques

Les caractéristiques retenues pendant l'élaboration de cet algorithme obéissent à des caractéristiques de caractère académique. Comme un travail subséquent à cette recherche, la création d'un logiciel permettant de réaliser cette transposition de façon automatisée entraînera une spécification plus exhaustive des caractéristiques des éléments dans chacune des notations. Les caractéristiques retenues dans cette recherche sont spécifiées pour chaque élément dans l'annexe 6. Voici l'exemple pour l'élément unité :

Construction Qualigramme	Unité
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom de l'unité
Couleur	Couleur de la colonne

Taille	Taille de la colonne
Commentaires	S'il y a lieu.
Associativité	Le document de la procédure comme tel.
Construction BPMN	Corridor
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	La colonne suivante ou nul si elle est la dernière

Tableau 2.5 Exemple des caractéristiques pour l'élément «Unité»

Étant donné que dans Qualigramme les procédures peuvent débuter ou finir avec une action réalisée par une entité externe au processus qui est exclusive à cette fin, les éléments «action amont», «action aval», «fait initial» et «fin» ont été divisés en deux types de composant. Le premier type est le composant objet, qui regroupe les éléments dont la réalisation appartient à une entité, un rôle interne ou un rôle externe, dans le but de les distinguer. Ils seront désormais reconnus comme «action amont interne», «action aval interne», «fait initial interne» et «Fin interne». Le deuxième groupe comporte des éléments de début et de finalisation, dont la réalisation appartient à un rôle de provenance ou destination. C'est-à-dire une entité externe au processus qui est exclusive à envoyer ou recevoir information dans le processus présenté. Ces derniers ont été classifiés dans le type de composant «relation», car dans la notation BPMN il est interdit de débuter ou finir une procédure dans une piste qui est limitée à une de ces deux fonctions. Ils deviennent dès lors une relation entre une entité externe et le processus, par le moyen d'un envoi ou d'une réception d'un message.

La définition d'une nouvelle prémisse est nécessaire pour arriver à établir les règles de transformation étant le sujet de cette recherche.

- Prémisse 3 : Tous les événements de fin, faits initiaux, actions aval et actions amont doivent avoir une associativité définie, celle-ci doit faire partie des rôles ou des unités du diagramme.

Les règles de transformation seront présentées à continuation, selon le type de composant ontologique. Chacune des sections subséquentes est consacrée à la présentation des caractéristiques correspondant au type de composant ontologique, les éléments Qualigramme correspondants, un résumé de leurs règles de transformation, et finalement les cas d'exception et la solution proposée pour chacun d'entre eux.

2.2 Éléments de type concept

Selon Barchini et al. , les concepts sont les idées les plus fondamentales à formaliser [6]. Chacun des éléments considérés dans cette catégorie a des caractéristiques spécifiques, qui permettent de les identifier parmi la panoplie des éléments que possède une cartographie réalisée en Qualigramme.

Sur la base des types de caractéristiques (tableau 2.4), Le tableau suivant expose les caractéristiques reliées aux éléments, dont le composant ontologique est de type «concept».

Type	Caractéristique	Définition générale
Forme	Nom	Nom de l'élément dans la procédure
Forme	Couleur	Caractéristique de la forme de l'élément
Forme	Taille	Caractéristique de la forme de l'élément
Forme	Commentaires	Commentaires qui accompagnent l'élément.
Forme	Associativité	Nom de l'unité ou du rôle interne ou du rôle externe ou du rôle de provenance ou de la macro-instruction ou la représentation graphique à laquelle l'élément est associé.
Forme	Type	Type d'élément, c'est-à-dire la forme comme telle.
Ontologie	Ontologie	Correspond au nom du type de composant ontologique
Position	Formes-Reliées	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est relié.

Tableau 2.6 Caractéristiques des éléments de type de composant ontologique «concept».

Les éléments de Qualigramme appartenant à ce type de composant sont les suivants [1] :

- Document de la procédure : représente la procédure comme telle. Dans le cadre de l'algorithme de transformation il sera considéré comme un élément Qualigramme, car il est le container principal de la cartographie
- Unité : l'unité est un regroupement cohérent, et souvent homogène, de différents rôles.
- Rôle interne : il représente un acteur réalisant un certain nombre d'instructions dans la procédure à représenter.
- Rôle externe : il est associé à un acteur externe à l'entreprise, et il est présent dans la procédure seulement s'il exécute des instructions.
- Rôle de provenance ou destination : il est associé à un acteur externe à la procédure. Il est l'origine d'un événement de début ou le destinataire de l'information produite par un événement de fin. Il n'exécute aucune instruction dans le processus.
- Instruction : elle est un regroupement homogène d'opérations élémentaires à réaliser dans le poste de travail.
- Instruction pointillée : elle représente une instruction optionnelle. C'est-à-dire, qui peut ou non être exécutée. Cette instruction se trouve dans la macro-instruction.
- Fait initial interne : représente le début d'un processus dans une unité, un rôle interne, ou un rôle externe.
- Action amont interne : représente le début d'un processus dans une unité, un rôle interne, ou un rôle externe.
- Fin interne : représente la fin d'un processus dans une unité, un rôle interne, ou un rôle externe.
- Action aval interne : représente la fin d'un processus dans une unité, un rôle interne, ou un rôle externe.

Le tableau suivant présente un résumé des règles de transformation pour les éléments appartenant à ce type de composant.

Élément Qualigramme	Élément BPMN
Document de la procédure	Piste principale
Unité	Corridor
Rôle interne	Corridor
Rôle externe	Piste secondaire
Rôle de provenance ou Rôle de destination	Piste secondaire
Instruction	Tâche
Instruction Pointillée	Tâche
Fait initial interne	Début
Action Amont Interne	Début
Fin interne	Fin
Action Aval Interne	Fin

Tableau 2.7 Résumé des règles de transformation pour le type de composant ontologique «concept».

Parmi les éléments appartenant à ce type de composant il n'y pas de cas d'exception.

2.2.1 Éléments de type relation

Ils représentent les liens et les interactions existant entre les concepts, selon Barchini et al. [6]. Les éléments, qui correspondent à cette définition, ont en principe les mêmes caractéristiques des éléments de type de composant ontologique «concept», car ces caractéristiques sont nécessaires au moment de produire le graphique dans la notation BPMN. Cependant, deux caractéristiques de type «position» ont été ajoutées. La première fait référence à l'élément d'origine de la relation et la deuxième à l'élément de destination. Cet ajout obéit à la nécessité de connaître la direction du lien établi entre les deux éléments, et permet d'identifier le flux d'information dans la procédure.

Le tableau suivant expose les caractéristiques reliées aux éléments, dont le composant ontologique est de type « relation », selon le type de caractéristique (tableau 2.4).

Type	Caractéristique	Définition générale
Forme	Nom	Nom de l'élément dans la procédure
Forme	Couleur	Caractéristique de la forme de l'élément
Forme	Taille	Caractéristique de la forme de l'élément
Forme	Commentaires	Commentaires qui accompagnent l'élément.
Forme	Associativité	Nom de l'unité ou du rôle interne ou du rôle externe ou du rôle de provenance ou de la macro-instruction ou la représentation graphique à laquelle l'élément est associé.
Forme	Type	Type d'élément, c'est-à-dire la forme comme telle.
Ontologie	Ontologie	Correspond au nom du type de composant ontologique
Position	Formes-Reliées	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est relié.
Position	Élément d'origine.	Élément source de l'information
Position	Élément de destination.	Élément de destination de l'information.

Tableau 2.8 Caractéristiques des éléments de composant ontologique de type «relation».

Les éléments de Qualigramme appartenant à ce type de composant sont les suivants [1] :

- Action amont externe ou fait initial externe: représente le début d'un processus par un rôle de provenance. Ce rôle est exclusivement chargé d'envoyer de l'information, mais il ne réalise aucune instruction, son comportement est vu comme une boîte noire par rapport à la procédure représentée. L'action amont externe permet d'établir la relation entre le rôle de provenance, et soit le rôle interne ou soit l'unité qui est le destinataire de l'information. Cette action se trouve toujours au début du processus.
- Action aval externe ou Fin externe : représente la fin d'un processus par un rôle de destination. Ce rôle est juste chargé de recevoir une information, mais il ne réalise aucune instruction. Pareillement à l'action amont externe, son comportement est vu comme une boîte noire. L'action aval externe permet d'établir la relation entre soit le rôle interne ou soit l'unité qui est la source de l'information, et son rôle de destination. Elle se trouve toujours à la fin du processus.

- Ligne : constitue la façon de relier deux activités. La ligne représente l'information étant envoyée par l'origine et reçue par le destinataire. Cette information peut être une information immatérielle (un appel téléphonique) ou matérielle, tel qu'un document, un produit, une matière première, etc.

Le tableau suivant présente un résumé des règles de transformation pour les éléments appartenant à ce type de composant.

Élément Qualigramme	Éléments BPMN
Fait initial externe	Flux de message et Réception du message
Action amont externe	Flux de message et Réception du message
Fin externe	Envoi de message et Flux de message
Action aval externe	Envoi de message et Flux de message
Ligne	Flux de séquence ou Flux de message

Tableau 2.9 Résumé des règles de transformation pour le composant ontologique de type «relation».

La présentation des cas spéciaux dans ce type de composant ontologique est regroupée en thèmes, sur la base de la similitude de certains des concepts. Ainsi :

- Le fait initial externe et l'action amont externe.
- La fin externe et l'action aval externe.
- La ligne.

Le fait initial externe et l'action amont externe : dans Qualigramme, cette représentation graphique représente le début d'un processus par un rôle externe à la procédure, qui ne réalise aucune instruction. Il donne uniquement de l'information (dans le sens le plus large du mot) pour débiter la procédure. Voici un exemple dans Qualigramme.

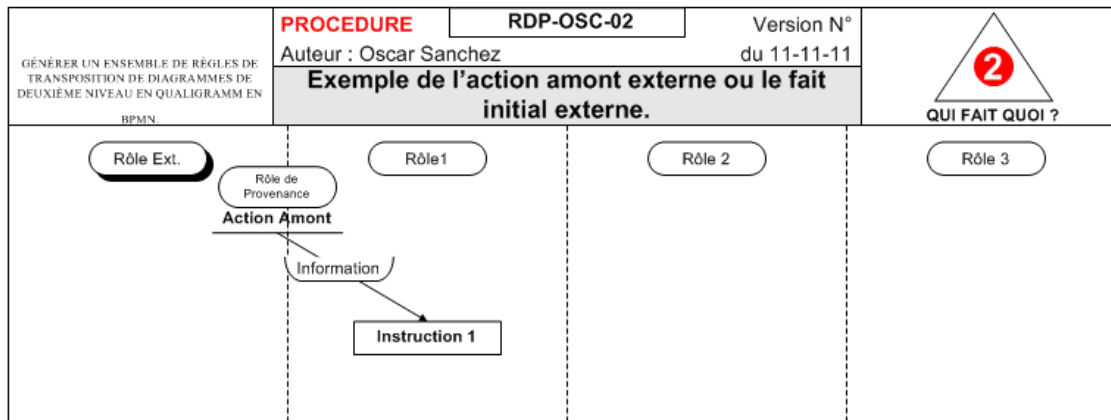


Figure 2.3 Exemple de l'élément Action amont externe dans Qualigramme.

Le rôle de provenance envoie l'information nécessaire pour que le rôle 1 puisse exécuter l'instruction 1, débutant ainsi la procédure. La difficulté se présente au moment de créer dans la notation BPMN l'élément correspondant au début d'un processus, car il doit être placé dans une piste qui est exclusive à cette fin, de type «boîte noire», et cela est prohibé. Voici la figure BPMN erronée.

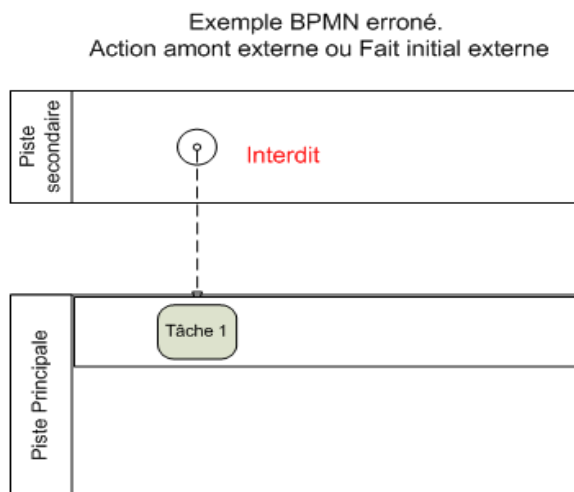


Figure 2.4 Exemple BPMN de la représentation où l'action amont ou le Début externe est erronée.

La solution est d'utiliser un flux de message venant de la piste secondaire, qui est reçu dans un élément de réception de message, et qui à son tour envoie l'information à l'instruction 1 du rôle 1. Le graphique qui suit illustre cette solution dans la notation BPMN.

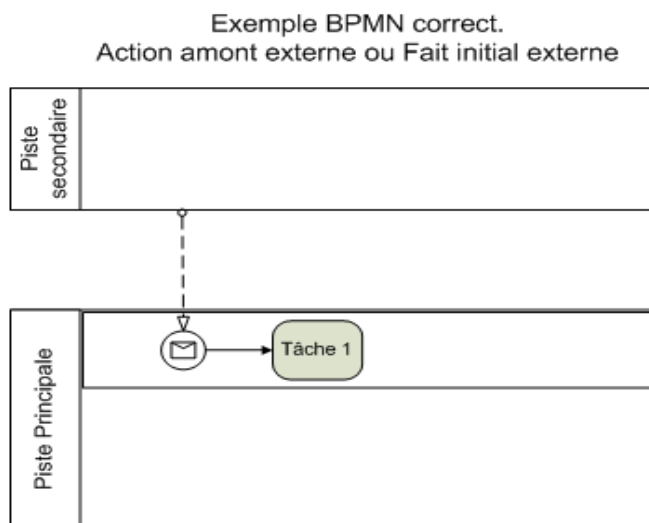


Figure 2.5 Exemple BPMN de la représentation où l'action amont ou le Début externe est correcte.

Fin externe et l'action aval externe : dans Qualigramme, cette représentation graphique représente la fin d'un processus par un rôle externe à la procédure, sans effectuer aucune instruction. Pareillement à l'action amont, dans la notation BPMN il est interdit de finir la procédure dans une piste de type «boîte noire». Ci-après voici un exemple dans Qualigramme.

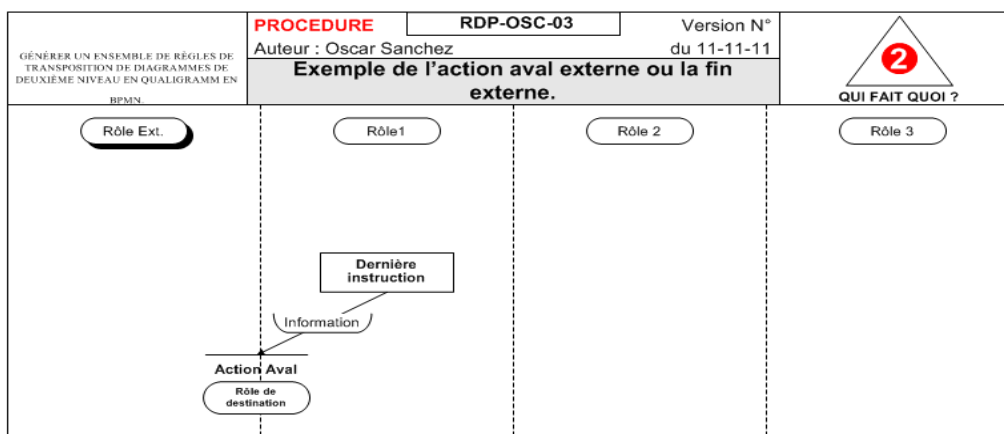


Figure 2.6 Exemple de l'élément Action aval externe dans Qualigramme.

Le rôle de destination reçoit l'information résultante de l'exécution de la dernière instruction accomplie par le rôle 1. Dans la notation BPMN l'élément correspondant à la fin d'un processus ne peut pas se trouver dans une piste de type «boîte noire», car cela est prohibé. Voici la figure BPMN erronée.

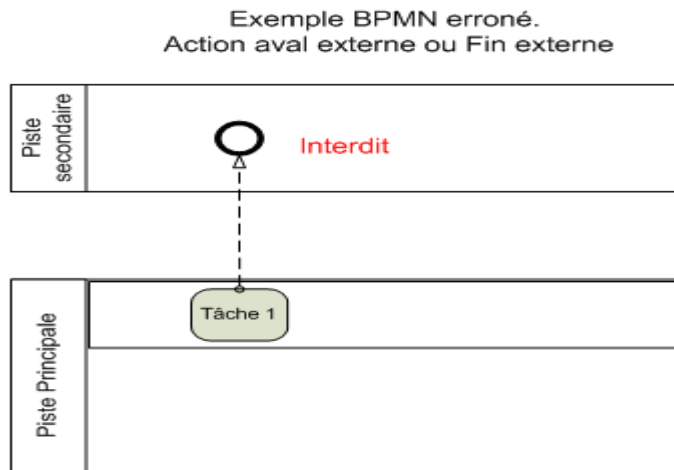


Figure 2.7 Exemple BPMN de la représentation de l'action aval où la fin externe est erronée.

La solution est d'utiliser un élément d'envoi de message qui sort du rôle, ou de l'unité où se trouve l'instruction qui génère l'information, et un flux de message dont le destinataire est la piste secondaire. Voici la solution dans la notation BPMN :

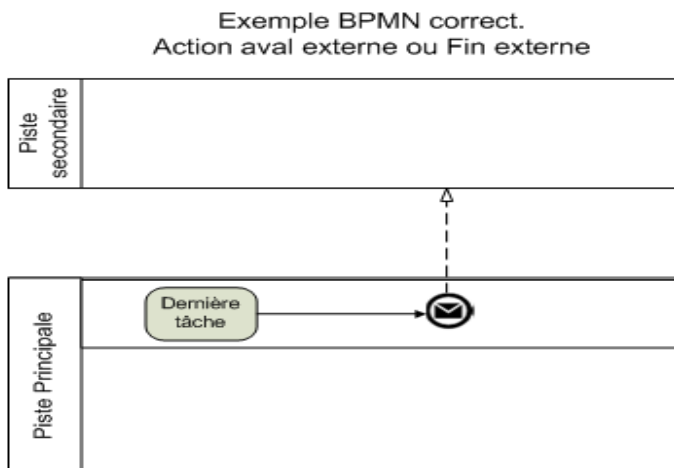


Figure 2.8 Exemple BPMN de la représentation de l'action aval où la fin externe est correcte.

La ligne : l'élément ligne dans la notation Qualigramme a toujours le même aspect. Cependant, dans la notation BPMN, il existe un flux de séquence quand les éléments liés se trouvent dans la même piste, et on retrouve également un flux de message pour permettre la communication entre deux pistes dans le même graphique.

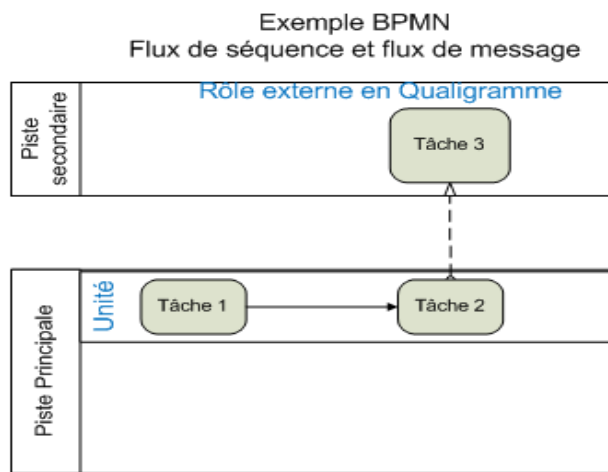


Figure 2.9 Exemple de flux de séquence et flux de message dans BPMN

La solution établie pour ce cas spécial prend en considération l'origine et la destination de la ligne. Si l'origine et la destination sont dans la même piste la ligne deviendra un flux de séquence, c'est-à-dire une ligne continue. Dans le cas contraire, quand un des éléments liés se trouve dans une piste différente, la ligne devient un flux de message, c'est-à-dire une ligne pointillée. La règle de la ligne est la suivante:

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Ligne 	Concept	Flux de séquence/message 
	Relation X	
	Fonction	
	Instance	
	Axiome	

Tableau 2.10 Règle de transformation pour l'élément «ligne».

Voici les caractéristiques de cette règle :

Construction Qualigramme	Ligne
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom de la ligne
Couleur	Couleur de la ligne
Taille	Taille de la ligne
Commentaires	S'il y a lieu.
Associativité	L'unité ou le rôle interne ou le rôle externe ou le rôle de provenance/destination où l'instruction est placée.
Construction BPMN	Flux de séquence ou Flux de message
Ontologie	«Relation»
Formes-Reliées	Élément de destination.
Élément d'origine	Élément de départ de la ligne
Élément de destination	Élément de destination de la ligne
Note	L'élément ligne de Qualigramme peut devenir flux de séquence ou flux de message dans la notation BPMN. Si l'associativité de l'origine est différente de l'associativité de la destination et une des deux est une entité externe, il s'agit d'un flux de message et il est donc un flux de séquence.

Tableau 2.11 Caractéristiques de la règle de transformation pour l'élément «ligne».

2.2.2 Éléments de type fonction

D'après de Barchini et al. , les fonctions sont un type spécifique de relation où l'on peut identifier un élément, en utilisant le calcul d'une fonction qui considère plusieurs éléments de l'ontologie [6]. Les éléments correspondant à cette définition, ont en principe les mêmes

caractéristiques des éléments de type de composant ontologique «concept», pareillement aux éléments précédents. Néanmoins, ils ont une nouvelle caractéristique appelée «sous-éléments», Cela sert à déterminer les éléments qui sont traités par la fonction.

Dans le cas de la construction Macro-instruction, la caractéristique «sous-éléments» sera composée par la collection des éléments qui se trouvent dans l'instruction. Concernant l'instruction collaborative, elle contiendra le rôle responsable et les autres rôles impliqués. Or, pour l'opérateur ET et l'opérateur OU, les éléments traités par la fonction sont dans la collection des éléments subséquents avec lesquels l'élément est attaché, ce qui correspond à la définition de la caractéristique «Formes-relées». Finalement, comme la sous-procédure ne présente pas ces éléments, pour elle «sous-éléments» sera nul.

Le tableau suivant présente les caractéristiques reliées aux éléments de type «fonction».

Type	Caractéristique	Définition générale
Forme	Nom	Nom de l'élément dans la procédure
Forme	Couleur	Caractéristique de la forme de l'élément
Forme	Taille	Caractéristique de la forme de l'élément
Forme	Commentaires	Commentaires qui accompagnent l'élément.
Forme	Associativité	Nom de l'unité ou du rôle interne ou du rôle externe ou du rôle de provenance ou de la macro-instruction ou la représentation graphique à laquelle l'élément est associé.
Forme	Type	Type d'élément, c'est-à-dire la forme comme telle.
Ontologie	Ontologie	Correspond au nom du type de composant ontologique
Position	Formes-Relées	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est attaché.
Position	Sous-élément	Macro-instruction : collection des éléments qui se trouvent dans l'instruction Instruction-collaborative : collection avec le rôle responsable et les autres rôles impliqués.

Tableau 2.12 Caractéristiques des composants ontologiques de type «fonction».

Les éléments de Qualigramme appartenant à ce type de composant sont les suivants [1] :

- Opérateur ET : représente le besoin de réaliser toutes les instructions qui lui sont reliées.
- Opérateur OU : représente le besoin de réaliser une des instructions qui lui sont reliées.
- Macro-instruction : représente un ensemble de transactions successives qui sont sous la responsabilité d'un seul et même rôle. Une macro-instruction peut synthétiser des instructions qui doivent être réalisées de façon obligatoire et consécutive, ou représenter les alternatives quand il faut en accomplir seulement une parmi les options disponibles.
- Instruction Collaborative : une instruction collaborative est une instruction réalisée par plusieurs rôles en même temps. Cette instruction présente le rôle responsable, ainsi que les autres rôles impliqués dans l'action.
- Sous-procédure : correspond à une activité nécessaire pour réaliser une procédure. Elle est toujours placée dans une unité et jamais dans un rôle. La sous-procédure entraîne la création d'un autre diagramme de deuxième niveau. Mais dans le diagramme en question, elle demeure comme étant une seule instruction.

Le tableau suivant présente un résumé des règles de transformation pour les éléments appartenant à ce type de composant. Les cas spéciaux seront abordés plus bas dans cette même section.

Élément Qualigramme	Éléments BPMN
Opérateur ET	Flux de séquence et Branchement parallèle. Rôle externe : Ajouter un flux de séquence et une tâche.
Opérateur OU	Flux de séquence et Branchement exclusif.

	Rôle externe : Ajouter un flux de séquence et une tâche.
Macro-instruction avec instructions	Branchement parallèle et N flux de séquences (d'entrée) et N tâches et N flux de séquences (de sortie) et Branchement parallèle.
Macro-instruction avec instructions pointillées.	Branchement exclusif et N flux de séquences (d'entrée) et N tâches et N flux de séquences (de sortie) et Branchement exclusif.
Instruction collaborative	Tâche avec des commentaires
Sous-procédure	Sous-processus contracté.

Tableau 2.13 Résumé des règles de transformation pour le type de composant ontologique «fonction».

Les cas spéciaux de ce type de composant ontologique sont les suivants:

- l'opérateur OU et l'opérateur ET
- la macro-instruction
- l'instruction collaborative

Concernant l'opérateur OU et l'opérateur ET, il y a deux situations spéciales. La première se présente dû à que dans Qualigramme les opérateurs logiques sont unis directement à l'instruction de contrôle ou de choix. Cette situation est généralisée partout où les opérateurs logiques sont utilisés. Par exemple:

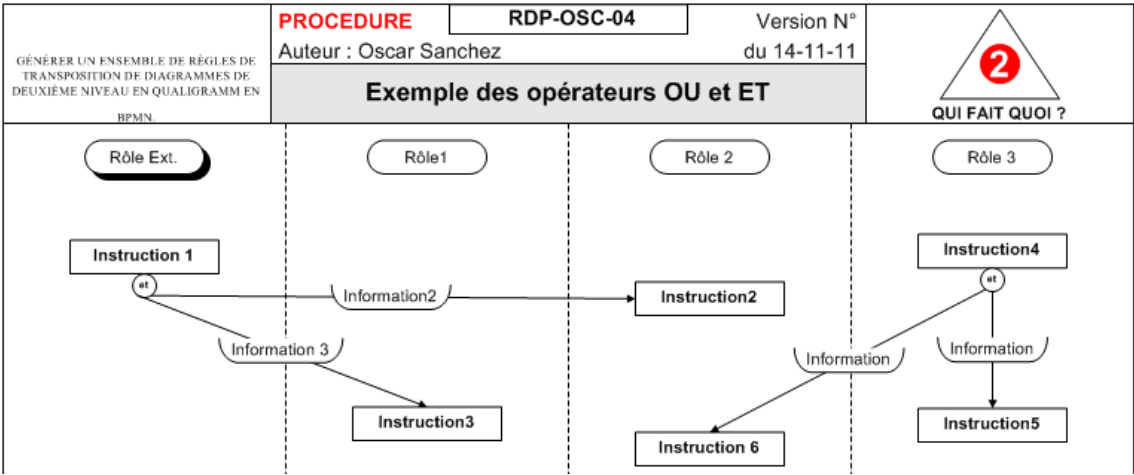


Figure 2.10 Exemple des opérateurs logiques dans Qualigramme.

Dans la notation BPMN, les opérateurs logiques (correspondant à ceux de Qualigramme : branchement exclusif et branchement parallèle), nécessitent un flux de séquence entre l’instruction et l’opérateur logique comme tel. Alors, la solution choisie consiste à inclure un flux de séquence, dont l’origine est l’instruction à laquelle il est uni, et la destination est le branchement correspondant. La figure 2.11 présente un exemple d’un branchement logique.

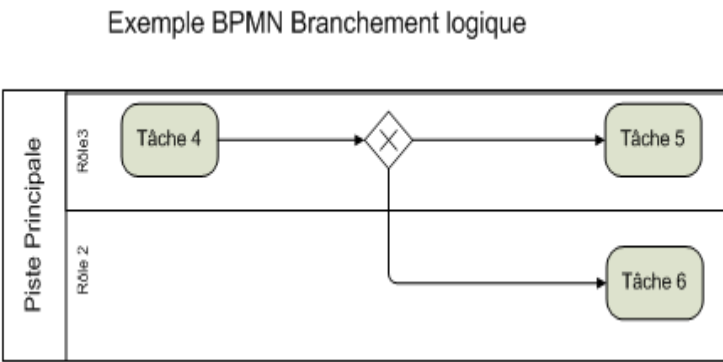


Figure 2.11 Exemple de branchement logique, première situation

La deuxième situation, se présente quand l’opérateur se trouve uni à une opération exécutée par un rôle externe. Du fait que le rôle externe deviendra une piste secondaire dans la notation BPMN (voir tableau 2.7), le flux qui sort de l’opérateur logique devrait être un flux

de message au lieu d'un flux de séquence, Un inconvénient se présente alors, car dans la notation BPMN il est interdit à un flux de message d'avoir son origine dans un branchement exclusif ou dans un branchement parallèle. Un exemple dans Qualigramme peut être apprécié dans la figure 2.10.

La solution établie consiste à créer un flux de séquence et une tâche, quand l'instruction unie à l'opérateur logique se trouve dans un rôle externe. En effet, la tâche sera l'origine du flux de message, ce qui est tout à fait permis dans la notation BPMN.

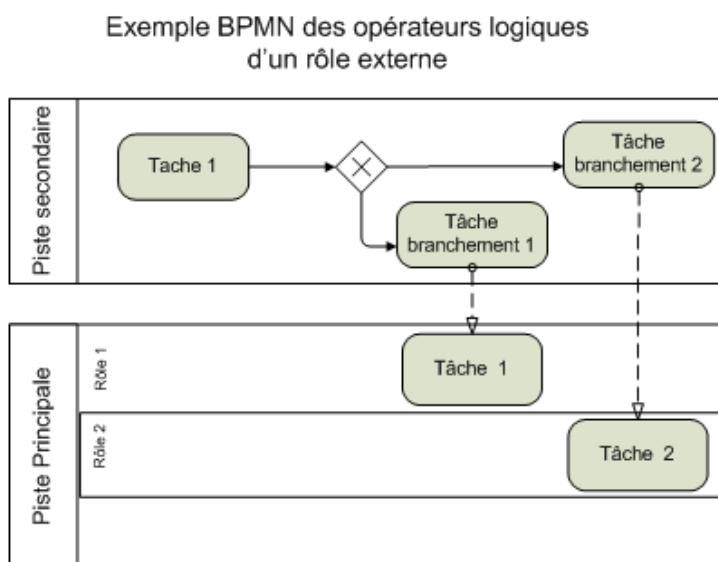


Figure 2.12 Exemple d'un branchement logique, deuxième situation

La macro-instruction dans Qualigramme représente un ensemble de transactions successives, qui sont sous la responsabilité d'un seul et même rôle (instructions ayant un bord continu). Elle peut aussi représenter une série de possibilités, parmi lesquelles l'utilisateur peut en sélectionner une (instruction ayant un bord pointillé). Pour illustrer cette situation, la figure suivante (Figure 2.13) présente un exemple de macro-instructions avec des transactions successives dans le rôle 1, et une autre avec une macro-instruction de choix exclusif dans le rôle 2.

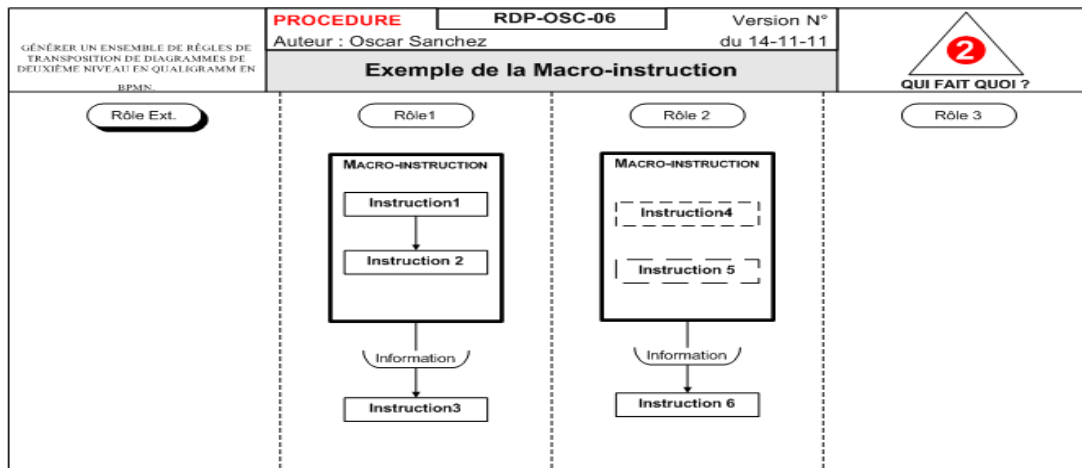


Figure 2.13 Exemple de macro-instruction dans Qualigramme.

Le problème se situe au niveau de la représentation dans la notation BPMN, car il n'existe pas une construction correspondant cette situation. En conséquence, et après l'étude de plusieurs possibilités, nous avons décidé de représenter la macro-instruction à l'aide de plusieurs éléments BPMN. Les éléments BPMN correspondant à chaque macro-instruction sont les suivants :

- Branchement parallèle (instructions obligatoires) ou branchement exclusif (instructions alternatives).
- Une série de flux de séquence d'entrée, placée entre le branchement logique et chacune des instructions contenues.
- Les instructions contenues dans la macro-instruction.
- Une série de flux de séquence (de sortie), placée entre les instructions et le branchement logique.
- Un branchement logique, soit exclusif ou parallèle, selon le cas.

Dans le cas où la macro-instruction synthétise des instructions qui doivent être réalisées de façon obligatoire et consécutive, la solution inclut un branchement parallèle. Dans le cas contraire, c'est-à-dire quand elle représente les alternatives où il faut accomplir une instruction seulement, la solution utilise un branchement exclusif. La figure suivante reprend

les exemples se trouvant dans la figure 2.13 en Qualigramme, et illustre la représentation correspondante dans la notation BPMN.

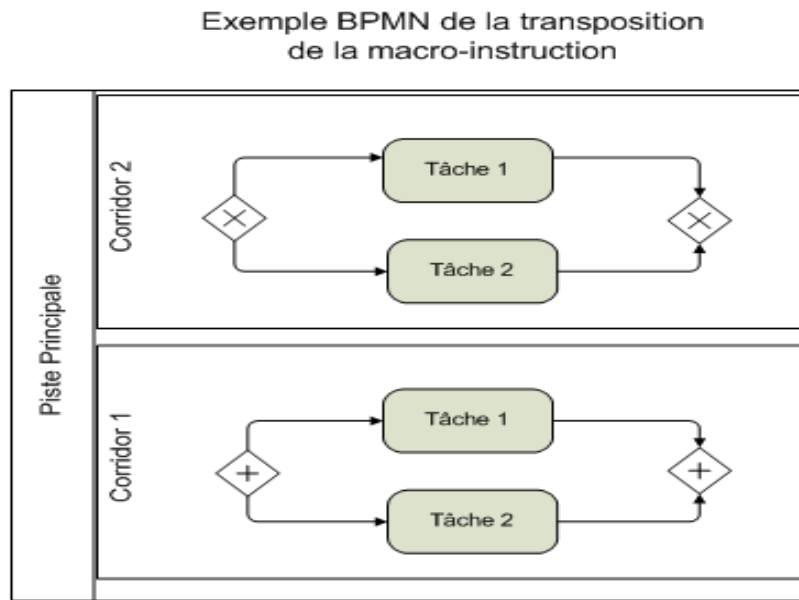


Figure 2.14 Exemple de la représentation dans la notation BPMN des types de macro-instruction.

La règle pour la macro-instruction est la suivante :

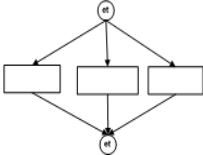
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Macro-instruction 	Concept Relation Fonction X Instance Axiome	Plusieurs objets 

Tableau 2.14 Règle de transformation pour la macro-instruction

Les caractéristiques correspondantes à cette règle sont :

Construction Qualigramme	Macro-instruction
---------------------------------	--------------------------

Caractéristique	Définition générale				
	Branchement parallèle ou exclusif	Flux de séquence	Instruction	Flux de séquence	Branchement parallèle ou exclusif
Nom	Nom de l'élément	«RE» + Nom du sous- élément	«I» + Nom du sous- élément	«RS» + Nom du sous- élément	«S» + Nom de l'élément
Couleur	Couleur de l'élément	Couleur du sous-élément	Couleur du sous-élément	Couleur du sous- élément	Couleur de l'élément
Taille	Taille de l'élément	Taille du sous- élément	Taille du sous-élément	Taille du sous- élément	Taille de l'élément
Commentaires	S'il y a lieu.	Nul	Nul	Nul	Nul
Associativité	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet
Construction BPMN	Branchement parallèle ou exclusif	Flux de séquence	Tâche	Flux de séquence	Branchement parallèle ou exclusif
Ontologie	«Fonction»	«Relation»	«Concept»	«Relation»	«Fonction»
Formes-Reliées	Tous les «RE» + Nom du sous- élément	«I» + Nom du sous-élément	Tous les «RS» + Nom du sous- élément	«S» + Nom de l'élément	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est lié.
Élément d'origine		Nom de l'élément		«I» + Nom du sous- élément	
Élément de destination		«I» + Nom du sous-élément		«S» + Nom de l'élément	
Sous-éléments					collection des sous- éléments qui se trouvent dans la Macro- instruction.

Tableau 2.15 Caractéristiques de la règle de transformation pour la macro-instruction

L'instruction Collaborative : dans Qualigramme, cette représentation graphique représente une instruction réalisée par plusieurs rôles simultanément [1]. Les petits ovales situés au-dessus du rectangle indiquent l'implication des rôles participant dans la réalisation de la tâche. Ainsi : (R responsable, I informé, P participant, C conseil, X indéfini). Mais il doit exister seulement un responsable parmi tous les collaborateurs. (Voir l'exemple à la figure 2.2)

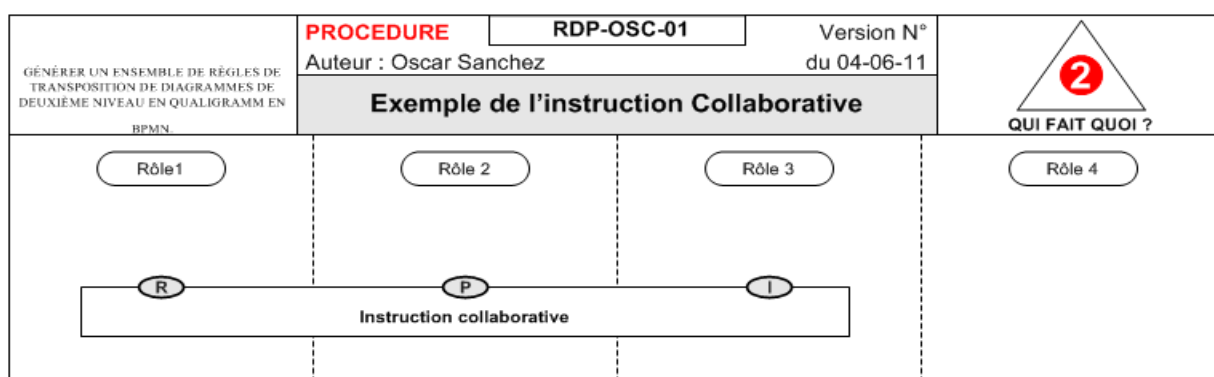


Figure 2.15 Exemple de l'instruction collaborative

Cette représentation ne trouve pas son équivalence dans la notation BPMN, car le concept du partage d'une même tâche par une multitude de rôles n'y est pas supporté. À cause de cette lacune et lors des réunions avec l'étudiant au doctorat de l'ETS, nous avons décidé de représenter l'instruction collaborative à l'aide de l'élément «tâche» dans la notation BPMN. Cet élément sera associé au rôle responsable, et pour les autres rôles leur implication se limitera à faire partie du commentaire. Néanmoins, une nouvelle prémisses fut dérivée de cette condition.

- Prémisse 5 : il est nécessaire de détenir la connaissance spécifique du rôle responsable dans l'élément Qualigramme pour l'instruction collaborative, car il deviendra l'associativité de l'élément BPMN.

Voici la règle correspondant l'instruction collaborative.

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Instruction Collaborative 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Tâche 

Figure 2.16 Règle de transformation pour l'instruction collaborative.

Voici les caractéristiques de cette règle :

Construction Qualigramme	Instruction collaborative	
Caractéristique	Définition générale	
Nom	Nom de l'instruction collaborative	
Couleur	Couleur de la forme de l'instruction collaborative	
Taille	Taille de la forme de l'instruction collaborative	
Commentaires	Les noms des rôles impliqués dans l'instruction en tant que : I informé, P participant, C conseil, X indéfini.	
Associativité	Le rôle interne ou externe responsable de l'activité.	
Construction BPMN	Tâche	
Ontologie	Qualigramme	BPMN
	«relation»	«concept»
Formes-Reliées	Collection des éléments subséquents avec lesquels l'élément est attaché.	
Sous-éléments	Rôle responsable et les autres rôles impliqués	
Note	En BPMN l'instruction collaborative devient une tâche attachée au	

	rôle responsable, et les autres tâches impliquées se retrouvent dans les commentaires.
--	--

Tableau 2.16 Caractéristiques de la règle de transformation pour l’instruction collaborative.

2.2.3 Éléments de type instance et axiome

Pour Barchini et al. , les instances sont utilisées pour représenter des concepts précis d’un objet [6]. Dans ce concept se trouvent les éléments de la notation, qui représentent les moyens matériels nécessaires à la réalisation des tâches qui composent la procédure. Il n’existe pas une représentation dans le modèle BWW qui permet d’établir la relation entre ces éléments dans Qualigramme et les éléments correspondants dans la notation BPMN.

D’autre part, les axiomes sont de théorèmes qui se déclarent sur les relations qu’il faut accomplir entre les éléments de l’ontologie [6]. Dans Qualigramme il n’existe pas d’axiomes à traduire dans les cartographies de processus d’affaires, vu que toutes les règles qui permettent de maintenir la cohérence et d’organiser les éléments dans les graphiques se trouvent dans la syntaxe de la notation. Bien entendu, les graphiques réalisés en Qualigramme qui sont objet d’une transposition doivent suivre les règles de rédaction incluses dans la syntaxe de la notation.

Les éléments considérés comme des instances dans la notation Qualigramme sont :

- L’outil document
- Document support
- Document
- L’outil matériel
- Commentaires

Dans le cadre de cette recherche, ces éléments seront transposés dans la notation BPMN sous la forme d’annotations. Voici un exemple des règles se trouvant dans ce type de composant :

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
L’outil document 	Concept Relation Fonction Instance X Axiome	Annotation

Figure 2.17 Règle de transposition pour l’outil «document».

Ci-après, le résumé des règles du type de composant «instance» :

Élément Qualigramme	Éléments BPMN
L’outil document	Annotation
Document support	Annotation
Document	Annotation
L’outil matériel	Annotation
Commentaires	Annotation

Tableau 2.17 Résumé des règles du type de composant «instance».

La section suivante expose les points importants de l’algorithme de transposition des graphiques Qualigramme vers BPMN. Cet algorithme utilise les règles et caractéristiques présentées dans cette recherche. Celles-ci sont détaillées dans les annexes 5 et 6 respectivement.

2.3 Présentation de l'algorithme de transformation automatique.

L'algorithme de transformation est bâti sur la prémisse qu'il doit être compréhensible pour une personne et non pour un ordinateur, et a été développé en pseudocode. Il utilise les règles de transformation exposées antérieurement sous la forme d'une pseudo-base de données, connue dans l'algorithme comme BDT (Annexe 5), tandis que les caractéristiques mentionnées sont utilisées comme faisant partie de la structure logique de l'algorithme.

De plus, une convention qui permet d'exposer de façon claire les différents aspects du pseudocode a été établie dans l'algorithme. Ainsi :

- Les mots réservés au pseudo-langage sont identifiés par la couleur rouge.
- Les commentaires sont de couleur verte.
- Les noms des fonctions utilisent les caractères gras.
- Les noms des variables sont distingués à l'aide du style de lettre italique.

Dans le but de mettre en œuvre cet algorithme, les prérequis suivants sont devenus incontournables. Ceux-ci sont établis pour identifier la façon de laquelle l'information des cartographies est gérée dans Qualigramme, et constituent la matière première de la logique exprimée ici dans ce projet.

- Les règles concernant la transformation des éléments de la notation Qualigramme vers des éléments sous la notation BPMN, se trouvent dans une pseudo-base de données accessible dans l'algorithme.
- Les éléments du graphique Qualigramme se trouvent distribués de la façon suivante;
 - On retrouve un ensemble constitué par les rôles externes, les rôles de provenance et les rôles de destination.
 - Un ensemble d'unités et de rôles internes.
 - Un graphe composé des éléments interconnectés qui constituent la procédure.
- L'information correspondant à la procédure est accessible à l'algorithme.
- Le premier élément du graphe est connu et identifié.

Ces prérequis se trouvent identifiés dans l'algorithme en tant que commentaires et leur utilisation fait partie de la structure logique. Dans le but d'établir une cohérence entre cette présentation et l'algorithme comme tel, les prérequis sont exposés à continuation :

/*

- Soit BDT la base de données avec les règles de transformation des diagrammes de deuxième niveau faites en Qualigramme vers BPMN.
- Soit $Q = (P, R, E, F)$ l'ensemble des éléments du graphique Qualigramme où :
 - P = Information de la procédure
 - R = Ensemble de rôles externes, rôles de provenance et rôles de destination
 - E = Ensemble des unités et de rôles internes
 - F = le graphe composé des éléments conformant la procédure comme telle, dans le graphique Qualigramme.
- Soit X le premier élément du F , c'est-à-dire, la première action ou la première étape de la procédure.

*/

L'algorithme commence effectivement par exposer les prérequis et offre une brève explication des caractéristiques des éléments à considérer dans la structure logique (ces caractéristiques ont été déjà spécifiées dans les sections précédentes). Ensuite, l'algorithme prend en charge la définition des structures qui vont contenir les éléments Qualigramme et les éléments BPMN.

La création de ces objets est basée sur les types de composants ontologiques, et ils comportent les caractéristiques exposées pour chacun d'eux. Ainsi :

Définir Objet Forme

/* Définition de la classe */

Propriétés (Nom, Couleur, Taille, Commentaires, Associativité, Type, Ontologie, Formes-Reliées)

Définir Objet Forme-Relation

/* Définition de la classe */

Hériter de Forme

Ajouter élément d'origine

Ajouter élément de destination

Définir Objet Forme-Fonction */* Définition de la classe */*

Hériter de Forme

Ajouter collection pour les éléments qui le composent

Sur la base de ces structures et la lecture de l'ensemble P où se trouve l'information de la procédure, l'algorithme produit le premier élément BPMN étant la Piste principale (Fonction Créer-Piste-Initiale). Ensuite, la lecture de l'ensemble R (composé des rôles externes, rôles de provenance et rôles de destination) engendre la création d'une collection avec les pistes secondaires dans la notation BPMN (Fonction Créer-Rôles-Externes). Également, la lecture de l'ensemble E (composé des unités et de rôles internes) produit une nouvelle collection avec les corridors (Notation BPMN) inclus dans le graphique (Fonction Créer-Unités).

Il faut préciser que la sélection de l'objet correspondant dans la notation BPMN est effectuée en consultant la base de données des règles de transposition BDT.

Par la suite, l'algorithme se consacre à lire les éléments constituant le graphe F (composé des éléments conformant la procédure comme telle, dans le graphique Qualigramme) pour créer une collection des éléments de la notation BPMN correspondant chacun d'entre eux.

La lecture de ce graphe est basée sur l'algorithme de parcours en profondeur. Il s'agit d'un parcours récursif où l'on explore un chemin jusqu'à ce que l'on ne puisse plus avancer dans le graphe. Ce cas se produit soit lorsque le graphe a été parcouru dans son entièreté, soit lorsqu'un sommet qui n'a pas de successeurs est atteint. Dans ce cas, il faut rebrousser chemin dans notre exploration et partir d'un sommet qui n'a pas encore été visité [23]. L'utilisation de l'algorithme de parcours en profondeur exige de connaître le premier élément du graphe, qui dans notre cas est représenté par la lettre X.

L'extrait du code de l'algorithme chargé de lire les éléments, se trouvant dans le graphe F, est le suivant :

Lire-Formes (X , Compteur-BPMN) /* X est le premier élément Qualigramme dans le graphe F et le Compteur-BPMN est l'indice de la liste en format BPMN */

L'algorithme de parcours en profondeur du graphe F sera utilisé/

Fonction Lire-Formes (F -Élément, Compteur-BPMN)

Incrémenter Compteur-BPMN

Créer Élément-BPMN = **Lire-Élément** (F -Élément, Compteur-BPMN)

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

Pour chaque F -Élément. Formes-Reliées **Faire**

Si l'élément n'est pas lu **Alors**

Lire-Formes (F -Élément. Formes-Reliées, Compteur-BPMN)

Fin-Si

Fin-Pour

Fin de la Fonction

Pour chacun des éléments que la fonction «Lire-formes» lit, le compteur des éléments BPMN (Compteur-BPMN) est incrémenté. Ensuite, l'élément Qualigramme est envoyé à la fonction «Lire-Élément», qui doit retourner l'élément BPMN correspondant, et qui sera ajouté à son tour à la collection des éléments BPMN.

La fonction «Lire-Élément» est la plus importante de l'algorithme, car elle évalue le type ontologique de l'élément et appelle la fonction correspondante :

- Créer-BPMN-Élément
- Créer-BPMN-Relation
- Créer-BPMN-Fonction
- Créer-BPMN-Annotation

Finalement, l'algorithme possédant une série de collections avec les éléments déjà sur la notation BPMN (Piste-Initiale, Pistes-B [], Corridors-B [], Formes -B []) est dédié à réaliser

l'écriture dans le nouveau graphique qui est le résultat général du processus. L'algorithme se trouve dans son entièreté dans l'annexe 7 de ce document.

Selon les caractéristiques et les cas spéciaux du type de composant ontologique, un processus est exécuté dans chacune des fonctions. Ces cas ont été exposés en détail dans la section 2.1 de cette recherche. Voici la disposition des fonctions dans l'algorithme qui va permettre de mieux comprendre la structure de la logique de traitement :

Début

Fonction Créer-Piste-Initiale

Fonction Créer-Rôles-Externes

Fonction Créer-Unités

Fonction Lire-Formes

Fonction Lire-Élément

Fonction Créer-BPMN-Élément

Fonction Créer-BPMN-Relation

Fonction Créer-BPMN-Début-Externe

Fonction Créer-BPMN-Clôture-Externe

Fonction Créer-Ligne

Fonction Créer-BPMN-Fonction

Fonction Créer-Instruction-Collaborative

Fonction Créer-Instruction-Sous-procédure

Fonction Créer-BPMN-Fonction-Opérateurs

Fonction Créer-BPMN-Macro-instruction

Fonction Créer-Entrée-BPMN-Macro-Instruction

Fonction Créer-Éléments-BPMN-Macro-Instruction

Fonction Créer-Sortie-BPMN-Macro-Instruction

Fonction Créer-BPMN-Annotation

Écrire Piste-Initiale

Écrire Pistes-BPMN

Écrire Corridors-BPMN

Écrire Formes-BPMN

Fin

De plus on retrouve deux fonctions, nommées «Chercher-Ontologie» et «Ajouter-BPMN-Formes». Elles permettent d'aller à la pseudo-Base de données pour trouver l'élément correspondant dans la notation BPMN, et écrire dans la structure de formes BPMN respectivement. Elles sont utilisées de façon régulière dans l'algorithme.

Dans un autre ordre d'idées, le prochain chapitre présente les résultats de l'utilisation des règles de transposition d'un graphique réalisé en Qualigramme (deuxième niveau) vers la notation BPMN, ainsi que de l'algorithme d'automatisation dans le cadre de la réalisation d'une recherche à l'ETS. Cette expérience offre la possibilité de vérifier l'effectivité du processus et d'évaluer la consistance du graphique dans les deux notations.

CHAPITRE 3

EXPÉRIMENTATION ET CONCLUSIONS

Dans le but de tester les capacités des règles de transformation et de l'algorithme présentés dans le chapitre précédent, un exemple de leur application sera développé tout au long de la section 3.1. Ce test a été effectué par une tierce personne impliquée dans un processus réel de modélisation des processus d'affaires. Par la suite, l'analyse des résultats de cette recherche sera exposée dans la section 3.2. Elle a été effectuée sur la base de l'expérience obtenue dans les applications des règles et de l'algorithme de la part des chercheurs, et également de l'observation de l'application faite dans l'exemple de la section 3.1. Ultérieurement, dans la section 3.3, Ultérieurement, les conclusions de cette recherche seront présentées dans la section 3.3, et finalement les travaux subséquents seront discutés dans la section 3.4.

3.1 Exemple de l'application des règles et de l'algorithme de transposition automatique.

Pendant l'élaboration de l'algorithme, permettant de réaliser la transposition d'un diagramme de deuxième niveau réalisé en Qualigramme vers un autre fait sous la notation BPMN, la réalisation de plusieurs tests a été un incontournable. Ceci dans le but d'identifier les cas spéciaux qui ont été traités dans le chapitre précédent. Par ailleurs, une étudiante de maîtrise à l'ETS a réalisé une cartographie pour l'entreprise Conseils experts-CEP concernant leur processus budgétaire. Celle-ci a été développée avec la notation Qualigramme, et son objectif principal a été de définir l'organisation des actions à effectuer par différents acteurs de l'entreprise, dans le but d'établir le budget à exécuter pendant l'exercice financier.

L'étudiante a utilisé l'algorithme de transposition automatique pour trouver le diagramme équivalent dans la notation BPMN. Elle a exécuté minutieusement les étapes proposées, et a mis à profit les règles de transposition produites par cette recherche. Ensuite, elle a vérifié la

validité du diagramme résultant dans la notation BPMN. Finalement, le diagramme a été pris en considération par les intervenants du processus avec le propos de déterminer, par le biais d'un sondage, laquelle des deux notations était la plus claire pour eux. Cette expérience, où une tierce personne a utilisé l'algorithme et les règles de transposition produits par cette recherche, a permis de constater la fonctionnalité de l'algorithme et des règles établies.

Le diagramme réalisé avec la notation Qualigramme se trouve dans son intégralité dans l'annexe 8 de ce document. Cependant, dans le but d'analyser le comportement de l'algorithme dans un cas pratique, nous allons suivre de façon générale les étapes proposées dans sa procédure logique et de plus, nous décortiquerons les composants du diagramme pour les analyser en détail.

L'algorithme commence avec la création de la piste principale, sur la base de l'information contenue dans le document de la procédure. Cette création est le résultat de l'exécution de la fonction «Créer-Piste-Initiale» avec les données de l'élément Qualigramme P «document de la procédure». Ensuite, l'algorithme commande de parcourir les éléments Qualigramme de l'ensemble E où se trouvent les unités et les rôles internes du diagramme pour créer les corridors pertinents. Dans ce cas, le conseil d'administration, les directeurs régionaux, la contrôleur, le chef de la direction, la gestionnaire de TI et la conseillère des RH seront représentés comme étant des corridors dans la piste principale. Cela est effectué par la fonction «Créer-Unités-Q». La partie correspondant à la création des rôles externes est omise car il n'y a pas ni des rôles externes, ni des rôles de provenance ni de rôles de destination dans ce diagramme. La fonction qui réalise cette tâche est «Créer-Rôles-Externes-Q».

L'étape suivante correspond au parcours des éléments du graphe F contenant tous les éléments de la procédure comme telle, en utilisant la fonction «Lire-Formes». Ce déroulement s'entame avec la lecture de l'élément X qui correspond, dans ce cas, au «fait initial», et il se trouve dans l'unité «conseil d'administration». Selon les règles de transposition, il devient l'élément «Début» dans la notation BPMN.

Ensuite, et de façon continue, la fonction «Lire-Formes» prend chacun des éléments et cherche l'élément correspondant à l'aide de la fonction «Lire-Élément». Cette fonction identifie le type de composant ontologique de l'élément en question, et appelle la fonction correspondante parmi les fonctions «Créer-BPMN-Élément», «Créer-BPMN-Relation», «Créer-BPMN-Fonction» et «Créer-BPMN-Annotation». De ce processus résulte une collection composée par l'ensemble des éléments BPMN nommée «Formes-B [Compteur-BPMN]» où «Compteur-BPMN» correspond au nombre d'éléments qui se trouvent dans le graphique dans la notation BPMN.

Les Cas spéciaux montrés dans le graphique Qualigramme, c'est-à-dire, les cas où la correspondance de l'élément entraîne plus d'un élément dans la notation BPMN ou si un traitement spécial s'avère nécessaire, sont énumérés et encadrés de rouge dans l'extrait du diagramme Qualigramme qui se trouve dans la figure 3.1.

Les cas spéciaux ont été regroupés selon l'élément de la notation Qualigramme concerné, et ils sont présentés dans la liste suivante:

Instruction Collaborative :

Cas 1 : "Préparer le budget corporatif et régional"

Opérateur OU

Cas 2 : "Vérifier l'information fournie"

Cas 3 : "Approuver le budget à présenter au CA"

Cas 4 : "Approuver le budget CEP et Forensic"

Cas 6 : "Suivre le budget"

Cas 8 : "Suivre les instructions du CA"

Macro-instruction

Cas 5 : "Suivre le budget"

Cas 7 : "Suivre les instructions du CA"

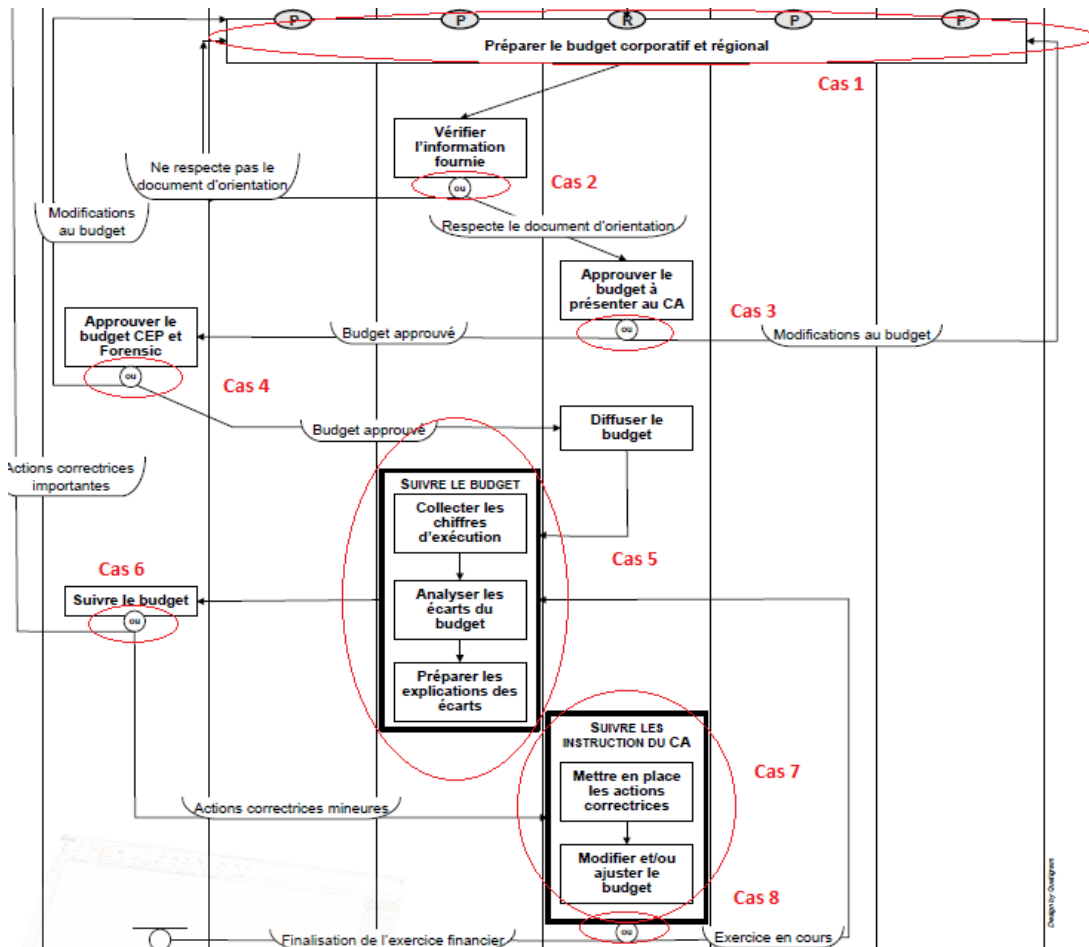


Figure 3.1 Cas spéciaux dans le diagramme Qualigramme –Exemple de l’application de l’algorithme et des règles de transposition.

Les solutions pour chacun de cas spéciaux de cette cartographie ont été exposées précédemment dans le chapitre 2. Cependant, nous allons présenter un exemple spécifique du résultat dans la notation BPMN pour chacun des types d’éléments considérés dans le cas spéciaux. C’est-à-dire un cas de la solution de l’Instruction Collaborative, un cas concernant l’opérateur OU et un cas du résultat de la transposition de la Macro-instruction.

Prenons le cas de l'instruction Collaborative. Dans la figure 3.1 le cas numéro 1 est associé à l'instruction collaborative «Préparer le budget corporatif et régional». Cette instruction est réalisée par les directeurs régionaux, la contrôleur, le chef de la direction, la gestionnaire de TI et la conseillère des RH. Du côté de la notation BPMN, elle devient une tâche qui se trouve dans le corridor appartenant au chef de la direction en tant que responsable de l'activité. Tous les autres participants sont présentés dans le commentaire où, de plus, l'implication de chacun d'entre eux dans la tâche est mise en évidence. La figure suivante présente l'extrait de la cartographie représentant l'instruction collaborative dans le diagramme BPMN.

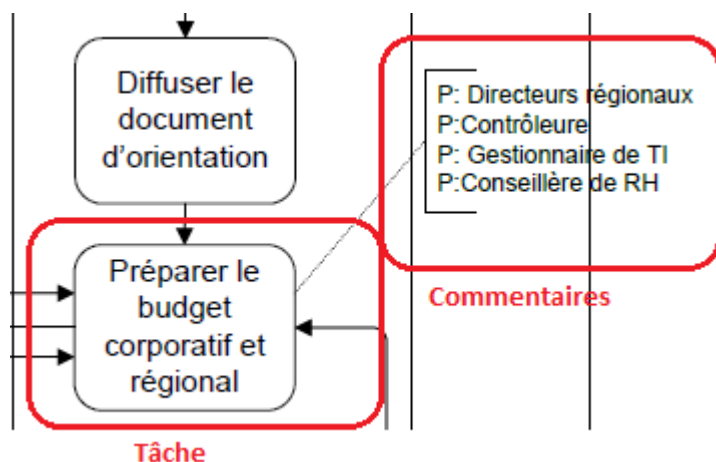


Figure 3.2 Cas spécial de l'instruction collaborative représentée dans le diagramme BPMN.

D'autre part, les opérateurs OU se trouvent dans les cas 2, 3, 4, 6 et 8, et étant donné que la situation est la même dans tous les cas, nous allons prendre le cas 3 «Approuver le budget à présenter au CA» pour exposer la solution. Comme il a été mentionné dans le chapitre 2, les opérateurs logiques sont liés directement à l'instruction dans la notation Qualigramme, et l'algorithme inclut un flux de séquence entre l'instruction et l'opérateur logique pour respecter les règles de la notation BPMN. De plus, et dans le but de rendre plus clair le nouveau diagramme, un commentaire expliquant la décision à prendre a été ajouté au bas de l'opérateur OU. La figure suivante présente l'extrait du diagramme BPMN pour le cas numéro 2.

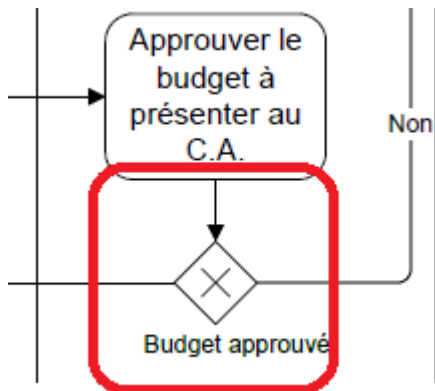


Figure 3.3 Cas spécial de l'opérateur OU représenté dans le diagramme BPMN.

Finalement, le cas 5 et le cas 7 sont des macro-instructions. Cependant, le cas 5 «Suivre le budget» est considéré pour présenter la solution dans la notation BPMN. Dans ce cas, les trois instructions qui se trouvaient dans la macro-instruction sont devenues des tâches liées au début et à la fin par un branchement parallèle. Cela signifie que toutes les tâches doivent être exécutées avant d'avancer à l'étape subséquente. La figure suivante présente la solution pour le cas 5 dans la cartographie résultante en BPMN.

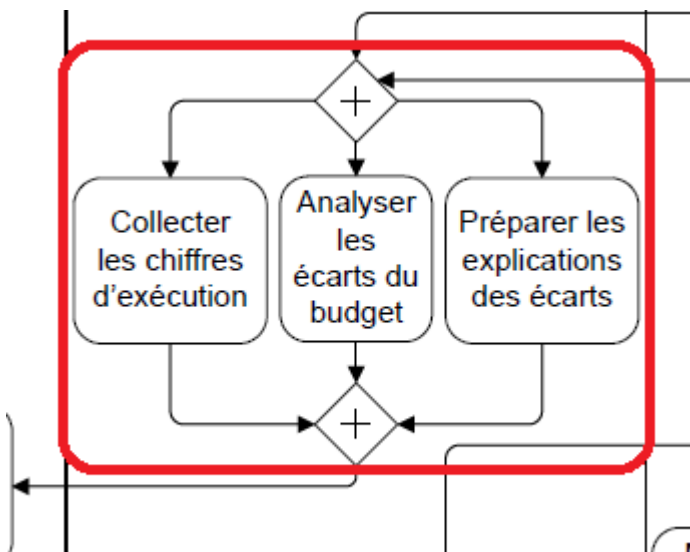


Figure 3.4 Cas spécial de la macro-instruction représenté dans le diagramme BPMN.

Finalement, et après avoir fini d'écrire les éléments BPMN résultant de l'application de l'algorithme de transposition automatique, l'étudiante de maîtrise, en tant qu'analyste de processus, a effectué des ajustements au graphique pour le rendre plus compréhensible aux lecteurs. Ces arrangements consistent en des changements de taille, de couloir ou à l'ajout de textes explicatifs.

3.2 Analyses de résultats

L'objectif principal de cette recherche est d'établir une façon de faire la transposition d'un diagramme de deuxième niveau réalisé avec la notation Qualigramme vers un diagramme sous la notation BPMN. Cependant, l'analyse de résultats se fait en deux volets. Le premier volet présente l'analyse des résultats concernant la pertinence des règles de transposition, tandis que le deuxième est axé sur l'effectivité de l'Algorithme de transposition automatique.

Par rapport à la pertinence des règles de transposition, il existe deux points importants à vérifier dans le diagramme résultant dans la notation BPMN.

- la consistance du processus représenté par rapport au processus cartographié et
- le respect des règles et des contraintes de la syntaxe propres à la notation BPMN.

Premièrement, les tests réalisés au sein de la recherche, ainsi comme celui réalisé par un tiers, ont généré des diagrammes consistants avec la notation BPMN. C'est-à-dire, qu'ils présentent les étapes à suivre dans la réalisation des processus cartographiés d'une façon similaire à ceux réalisés avec la notation Qualigramme. Par exemple le diagramme avec la notation BPMN, produit dans la section 3.1, a été présenté aux intervenants du processus pour vérifier la consistance de la cartographie obtenue. Il a suffi de l'introduire aux utilisateurs dans la notation BPMN, pour leur rendre le nouveau diagramme compréhensible. Mais la nouvelle cartographie en BPMN a conservé la même approche du processus que celle réalisée avec la notation Qualigramme.

Deuxièmement, les diagrammes obtenus dans les exercices réalisés dans cette recherche respectent les règles et les contraintes de la syntaxe propres à la notation BPMN. Cela a été un des principes au moment de choisir le ou les éléments BPMN correspondants à chacun des éléments de la notation Qualigramme, et dont les cas spéciaux ont été décrits dans le chapitre précédent. Évidemment, le diagramme produit dans la section 3.1 a fait l'objet d'une vérification de la syntaxe de la notation BPMN.

Concernant l'effectivité de l'algorithme de transposition automatique, le succès de réussir à transposer les différents diagrammes faisant partie des tests propres à la recherche et la transposition réalisée par un tiers confirment sa viabilité. Par contre, dans plusieurs cas, il a fallu faire des ajustements au niveau graphique pour le rendre plus clair. Il est pertinent de mentionner que ces ajustements sont liés à l'organisation des éléments dans le graphique, la taille des nouveaux éléments et les noms des éléments résultants dans la notation BPMN, et qu'ils n'ont rien à voir avec le type d'élément choisi dans le processus de transposition ou la syntaxe de la notation.

3.3 Conclusions.

Les résultats de cette recherche coïncident avec les résultats attendus dans la définition de l'expérience dans le cadre de Basili. En effet, les critères établis pour déterminer la réussite de la recherche sont :

- Réussir à établir les règles de transposition pour des diagrammes de deuxième niveau.
- Réussir à utiliser les règles de transposition à l'aide de l'algorithme fait en pseudo-code.
- Réussir à ce que les règles et l'algorithme soient utilisables par des personnes autres que les chercheurs dans le but d'établir sa fonctionnalité.

Ces trois critères ayant été respectés, on est donc en droit de conclure que cette recherche est parvenue à définir une manière de faire la transposition des diagrammes de deuxième niveau

réalisés avec la notation Qualigramme vers des diagrammes sous la notation BPMN. Cependant, les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche ne sont qu'un point de départ pour tirer parti de tous les avantages de la notation Qualigramme et les bénéfices du standard BPMN, sans avoir besoin de repenser les cartographies des processus d'affaires.

3.4 Travaux subséquents.

Finalement, dans le but de généraliser l'efficacité des résultats de cette recherche, les travaux futurs à réaliser sont axés vers la mise à l'épreuve des règles de transposition et de l'algorithme d'automatisation découlés de ce travail. Ceci à l'aide de la transposition de nouveaux graphiques de deuxième niveau bâtis avec la notation Qualigramme. Il serait avantageux que les graphiques entraînent l'utilisation d'éléments qui n'ont pas été considérés dans le test présenté dans la section 3.1.

D'ailleurs, d'autres travaux à prendre en considération sont liés au développement de l'algorithme dans Qualigramme, ou dans un autre logiciel qui puisse rendre automatique la transposition des diagrammes de deuxième niveau faits en Qualigramme vers la notation BPMN.

ANNEXE I
CADRE DE BASILI

Définition de l'expérience	
Motivation	Profiter de tous les avantages de la méthode de représentation graphique de Qualigramme et de la portée technique du standard BPMN, sans avoir besoin de repenser les cartographies des processus d'affaires.
Objet	La méthode graphique de Qualigramme, spécifiquement les diagrammes de deuxième niveau.
Objectif	Déterminer les règles de transposition pour traduire les modèles des processus d'affaires de deuxième niveau réalisés en Qualigramme vers la notation BPMN.
Utilisateurs	• L'équipe responsable de la cartographie des processus d'affaires • La haute direction des entreprises • Les analystes d'affaires • Les conseillers d'affaires
Domaine	La haute direction des entreprises. Équipe d'analyse d'affaires. Équipe des ressources humaines.
Portée	Plusieurs projets Plusieurs équipes

Planification de l'expérience	
Conception	Le point de départ de la recherche est constitué par une étude en profondeur de la méthode Qualigramme, la notation BPMN, et l'ontologie de Bunge-Wand-Weber. En second lieu, l'identification des correspondants dans l'ontologie BWW pour les éléments disponibles dans les diagrammes de deuxième niveau réalisés en Qualigramme. D'autre part, l'identification des correspondants dans l'ontologie BWW pour les éléments BPMN. Par la suite, déterminer la relation entre les éléments dans les diagrammes de deuxième niveau en Qualigramme et leurs correspondants en BPMN. Ensuite, développer l'algorithme de programmation en pseudocode pour mettre à profit les règles établies dans l'étape précédente. Finalement, faire les tests correspondants avec des diagrammes réels bâtis en Qualigramme, et selon les résultats recommencer le cycle ou prendre en note les conclusions de l'expérience.

Critères	• Réussir à établir les règles de transposition pour des diagrammes de deuxième niveau. • Réussir à utiliser les règles de transposition à l'aide de l'algorithme fait en pseudocode. • Réussir à ce que les règles et l'algorithme soient utilisables par des personnes autres que les chercheurs dans le but d'établir sa fonctionnalité.
Mesure	Déterminer de façon qualitative la fonctionnalité des règles de transposition et l'algorithme fait en pseudocode. Cela sur la base de l'expérience d'une autre personne qui travaille avec des diagrammes de deuxième niveau faits en Qualigramme.

Réalisation de l'expérience	
Préparation	La réalisation de cette expérience exige de faire des études en profondeur du langage Qualigramme, ainsi comme de la notation BPMN et l'ontologie BWW. D'une autre part, nous avons besoin du logiciel Qualigramme pour créer les diagrammes de deuxième niveau à tester avec l'algorithme généré dans cette recherche. Dernièrement, nous avons besoin d'avoir des diagrammes de deuxième niveau externes à notre projet et validés par le directeur du projet pour faire les tests de fonctionnalité.
Exécution	• Identifier les correspondants dans l'ontologie BWW pour les éléments disponibles dans les diagrammes de deuxième niveau en Qualigramme. • Identifier des correspondants dans l'ontologie BWW pour les éléments BPMN. • Créer les règles de transposition basées sur l'ontologie BWW. • Développer l'algorithme de programmation • Faire les tests de fonctionnalité.
Analyse des données	• Réunions avec le directeur et d'autres chercheurs pour vérifier et valider les résultats obtenus après chacune des étapes. • Test de l'algorithme par les chercheurs de cette expérience. • Test de fonctionnalité par des personnes qui sont hors de cette recherche.

Interprétation des résultats	
Contexte d'interprétation	Les règles issues de cette recherche s'appliquent seulement pour les diagrammes de deuxième niveau faits en Qualigramme et pour la version 1.2 de BPMN.
Extrapolation	• Les tests informatiques faits sur l'algorithme de programmation doivent inclure tous les éléments disponibles dans les diagrammes de deuxième niveau en Qualigramme.
Travaux subséquents	• Le développement d'un logiciel qui permet de faire de façon automatique la transposition des diagrammes de deuxième niveau faits en Qualigramme vers BPMN.

ANNEXE II

TABLE DE REPRÉSENTATION DES CONSTRUCTIONS EN NOTATION BPMN DANS L'ONTOLOGIE BWB

Construction de BPMN	Construction ontologique
Piste, Corridor	OBJET
	PROPRIÉTÉ
Attributs	En général
	En particulier
	Héréditaire
	Émergente
	Intrinsèque
	Liaison non mutuelle
	Liaison mutuelle
	ATTRIBUTS
Corridor, objets de données	CLASSE
Corridor	TYPE
	ÉTAT
	ESPACE D'ÉTAT POSSIBLE
	LOI D'ÉTAT
	ESPACE D'ÉTAT AUTORISÉ
Début, Événement intermédiaire, Arrêt, message, minuterie, Erreur, Annulation, compensation, Fin	ÉVÉNEMENT
	ESPACE D'ÉVÉNEMENT POSSIBLE
	ESPACE D'ÉVÉNEMENT AUTORISÉ

Activité, Tâche, Sous-processus contracté, Sous-processus -Ad hoc, Sous-processus événementiel, Transaction.	TRANSFORMATION
Flux de séquence, Flux de défaut, Flux conditionnel	TRANSFORMATION AUTORISÉE
Règle, Flux d'information	Condition de stabilité
Tâche d'exception, Tâche de compensation	Action corrective
	HISTOIRE
Flux de message	AGIT SUR
Flux de message	COUPLAGE:PROPRIÉTÉ DE LIAISON MUTUELLE
Piste, Corridor	SYSTÈME
Piste, Corridor	COMPOSITION DE SYSTÈME
Piste, Corridor	ENVIRONNEMENT DE SYSTÈME
	STRUCTURE DE SYSTÈME
Piste, Corridor	SOUS-SYSTÈME
Piste, Corridor	DÉCOMPOSITION DU SYSTÈME
Piste, Corridor	NIVEAU DE STRUCTURE
Début, Événement intermédiaire, Arrêt, message, minuterie, Erreur, Annulation, compensation	ÉVÉNEMENT EXTERNE
	ÉTAT STABLE
	ÉTAT INSTABLE
Début, Événement intermédiaire, Arrêt, message, Erreur, Annulation, compensation, Fin	ÉVÉNEMENT INTERNE
Compensation, Arrêt	ÉVÉNEMENT BIEN DÉFINI
Début, Événement intermédiaire, message, minuterie, Erreur, Annulation, compensation	ÉVÉNEMENT MAL DÉFINI

Lien, Branchements, lien d'association, Annotation, Groupe, Activité boucle, Instances multiples, Flux de séquence, Événements.	EXCÈS DE CONSTRUCTION
---	-----------------------

ANNEXE III

TABLE DE REPRÉSENTATION DES CONSTRUCTIONS QUALIGRAMME DANS L'ONTOLOGIE BWB

Construction de Qualigramme	Construction ontologique
Rôle interne, unité, rôle externe (entité externe), rôle de provenance, rôle de destination, outil document, outil matériel.	OBJET
	PROPRIÉTÉ
Attributs d'objets	En général
	En particulier
	Héréditaire
	Émergente
	Intrinsèque
	Liaison non mutuelle
	Liaison mutuelle
Noms	ATTRIBUTS
	CLASSE
	TYPE
	ÉTAT
	ESPACE D'ÉTAT POSSIBLE
	LOI D'ÉTAT
	ESPACE D'ÉTAT AUTORISÉ
Fait initial, Action amont, Fin, Action aval	ÉVÉNEMENT
	ESPACE D'ÉVÉNEMENT POSSIBLE
	ESPACE D'ÉVÉNEMENT AUTORISÉ
Procédure, instruction, instruction collaborative, sous-procédure, macro-instruction, instruction alternative	TRANSFORMATION
Flux d'information	TRANSFORMATION AUTORISÉE
	Condition de stabilité

	Action corrective
	HISTOIRE
Flux d'information	AGIT SUR
	COUPLAGE:PROPRIÉTÉ DE LIAISON MUTUELLE
Unité, Rôle interne	SYSTÈME
Rôle interne, Unité, Rôle de provenance, Rôle de destination, Outil document, outil matériel.	COMPOSITION DE SYSTÈME
Rôle externe, Rôle de provenance, Rôle de destination.	ENVIRONNEMENT DE SYSTÈME
	STRUCTURE DE SYSTÈME
Unité, Rôle interne	SOUS-SYSTÈME
	DÉCOMPOSITION DU SYSTÈME
Unité, Rôle interne	NIVEAU DE STRUCTURE
Fait initial, Action amont, Fin, Action aval	ÉVÉNEMENT EXTERNE
	ÉTAT STABLE
	ÉTAT INSTABLE
Fait initial, Action amont, Fin, Action aval	ÉVÉNEMENT INTERNE
Fin	ÉVÉNEMENT BIEN DÉFINI
Fait initial, Action amont, Action aval	ÉVÉNEMENT MAL DÉFINI
Information, indicateur d'interface, indicateur de performance, indicateur de contrainte, indicateur de contrôle, indicateur de correction, opérateurs OU et ET, commentaire, Type de responsabilité.	EXCÈS DE CONSTRUCTION

ANNEXE IV

**PREMIÈRE APPROCHE DES RÈGLES DE TRANSFORMATION POUR DES
ÉLÉMENTS DE QUALIGRAMME 2 NIVEAU VERS BPMN**

Construction de Qualigramme	Construction Ontologique	Construction de BPMN
Rôle interne, unité, rôle externe (entité externe), rôle de provenance, rôle de destination, outil document, outil matériel.	OBJET	Piste, Corridor, Data objet
	PROPRIÉTÉ	
Attributs d'objets	En général	Attributs
	En particulier	
	Héréditaire	
	Émergente	
	Intrinsèque	
	Liaison non-mutuelle	
	Liaison mutuelle	
Noms	ATTRIBUTS	
	CLASSE	Corridor, objets de données
	TYPE	Corridor
	ÉTAT	
	ESPACE D'ÉTAT POSSIBLE	
	LOI D'ÉTAT	
	ESPACE D'ÉTAT AUTORISÉ	
Fait initial, Action amont, Fin, Action aval	ÉVÉNEMENT	Début, Événement intermédiaire, Arrêt, message, minuterie, Erreur, annulation, compensation, Fin
	ESPACE D'ÉVÉNEMENT POSSIBLE	

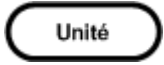
Construction de Qualigramme	Construction Ontologique	Construction de BPMN
	ESPACE D'ÉVÉNEMENT AUTORISÉ	
Procédure, instruction, instruction collaborative, sous-procédure, macro-instruction, instruction alternative	TRANSFORMATION	Activité, Tâche, Sous-processus contracté, Sous-processus -Ad-hoc, Sous-processus événementiel, Transaction.
Flux d'information	TRANSFORMATION AUTORISÉE	Flux de séquence, Flux de défaut, Flux conditionnel
	Condition de stabilité	Règle, Flux d'information
	Action corrective	Tâche d'exception, Tâche de compensation
	HISTOIRE	
Flux d'information	AGIT SUR	Flux de message
	COUPLAGE:PROPRIÉTÉ DE LIAISON MUTUELLE	Flux de message
Unité, Rôle interne	SYSTÈME	Piste, Corridor
Rôle interne, Unité, Rôle de provenance, Rôle de destination, Outil document, outil matériel.	COMPOSITION DE SYSTÈME	Piste, Corridor
Rôle externe, Rôle de provenance, Rôle de destination.	ENVIRONNEMENT DE SYSTÈME	Piste, Corridor
	STRUCTURE DE SYSTÈME	
Unité, Rôle interne	SOUS-SYSTÈME	Piste, Corridor
	DÉCOMPOSITION DU SYSTÈME	Piste, Corridor
Unité, Rôle interne	NIVEAU DE STRUCTURE	Piste, Corridor
Fait initial, Action amont, Fin, Action aval	ÉVÉNEMENT EXTERNE	Début, Événement intermédiaire, Arrêt, message, minuterie, Erreur, annulation, compensation

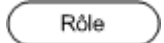
Construction de Qualigramme	Construction Ontologique	Construction de BPMN
	ÉTAT STABLE	
	ÉTAT INSTABLE	
Fait initial, Action amont, Fin, Action aval	ÉVÉNEMENT INTERNE	Début, Événement intermédiaire, Arrêt, message, Erreur, annulation, compensation, Fin
Fin	ÉVÉNEMENT BIEN DÉFINI	Compensation, Arrêt
Fait initial, Action amont, Action aval	ÉVÉNEMENT MAL DÉFINI	Début, Événement intermédiaire, message, minuterie, Erreur, annulation, compensation
Information, indicateur d'interface, indicateur de performance, indicateur de contrainte, indicateur de contrôle, indicateur de correction, opérateurs OU et ET, commentaire, Type de responsabilité.	EXCÈS DE CONSTRUCTION	Lien, Branchements, lien d'association, Annotation, Groupe, Activité boucle, Instances multiples, Flux de séquence, Événements.

ANNEXE V

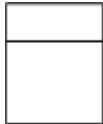
RÈGLES DE TRANSPOSITION POUR TRADUIRE MODÈLES DE PROCESSUS D'AFFAIRES EN BPMN VERSION 1.2 À PARTIR DES PROCESSUS PRÉALABLEMENT MODÉLISÉS DANS DES DIAGRAMMES DE DEUXIÈME NIVEAU EN QUALIGRAMME

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Document de la procédure 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Piste Principale 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Unité 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Corridor 

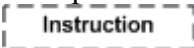
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Rôle interne 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Corridor 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Rôle externe 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Piste 

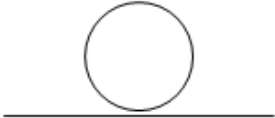
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Rôle de provenance ou Rôle de destination 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Piste 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Instruction 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Tâche 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Instruction Collaborative 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Tâche 

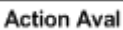
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Instruction pointillé 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Tâche 

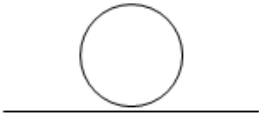
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Sous-procédure 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Sous-Processus Contracté 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Fait initial Interne 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Début 

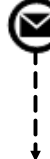
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Action Amont Interne 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Début 

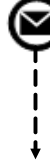
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Fin Interne 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Fin 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Action Aval Interne 	Concept X Relation Fonction Instance Axiome	Fin 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Fait initial Externe 	Concept Relation X Fonction Instance Axiome	Flux de message et réception du message 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Action Amont Externe <u>Action Amont</u>	Concept Relation X Fonction Instance Axiome	Flux de message et réception du message 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Fin externe  <i>Fin</i>	Concept Relation X Fonction Instance Axiome	Envoi de message et flux de message 

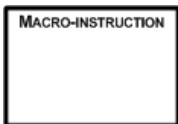
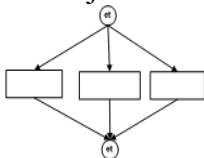
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Action Aval Externe <u>Action Aval</u>	Concept Relation X Fonction Instance Axiome	Envoi de message et flux de message 

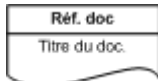
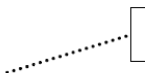
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Ligne 	Concept Relation X Fonction Instance Axiome	Flux de séquence/message 

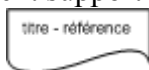
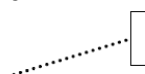
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
---------------------	------------------	--------------

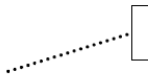
Opérateur ET	<table><tr><td>Concept</td><td></td></tr><tr><td>Relation</td><td></td></tr><tr><td>Fonction</td><td>X</td></tr><tr><td>Instance</td><td></td></tr><tr><td>Axiome</td><td></td></tr></table>	Concept		Relation		Fonction	X	Instance		Axiome		Branchement parallèle
Concept												
Relation												
Fonction	X											
Instance												
Axiome												
												

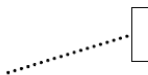
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN										
Opérateur OU 	<table><tr><td>Concept</td><td></td></tr><tr><td>Relation</td><td></td></tr><tr><td>Fonction</td><td>X</td></tr><tr><td>Instance</td><td></td></tr><tr><td>Axiome</td><td></td></tr></table>	Concept		Relation		Fonction	X	Instance		Axiome		Branchement exclusif 
Concept												
Relation												
Fonction	X											
Instance												
Axiome												

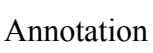
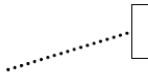
Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN										
Macro-instruction 	<table><tr><td>Concept</td><td></td></tr><tr><td>Relation</td><td></td></tr><tr><td>Fonction</td><td>X</td></tr><tr><td>Instance</td><td></td></tr><tr><td>Axiome</td><td></td></tr></table>	Concept		Relation		Fonction	X	Instance		Axiome		Plusieurs objets 
Concept												
Relation												
Fonction	X											
Instance												
Axiome												

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
L'outil document 	Concept Relation Fonction InstanceX Axiome	Annotation 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Document support 	Concept Relation Fonction InstanceX Axiome	Annotation 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Document 	Concept Relation Fonction Instance X Axiome	Annotation 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
l'outil matériel 	Concept Relation Fonction Instance X Axiome	Annotation 

Élément Qualigramme	Type ontologique	Élément BPMN
Annotation 	Concept Relation Fonction Instance X Axiome	Annotation 

ANNEXE VI

CARACTÉRISTIQUES DES ÉLÉMENTS QUALIGRAMME DÉFINIES POUR L'ALGORITHME DE TRANSFORMATION AUTOMATIQUE

Type de composant ontologique «Concept»

Construction Qualigramme	Document de la procédure
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom de la procédure
Couleur	Couleur du document de la procédure
Taille	Taille du document de la procédure
Commentaires	Informations sur l'auteur, références selon la nomenclature, version et date de la dernière modification.
Associativité	Nul. Il est le plus grand container
Construction BPMN	Piste Principale
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	Nul. Il n'a pas d'éléments subséquents.

Construction Qualigramme	Unité
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom de l'unité
Couleur	Couleur de la colonne
Taille	Taille de la colonne
Commentaires	S'il y a lieu.
Associativité	Le document de la procédure comme tel.
Construction	Corridor

BPMN	
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	La colonne suivante ou nul si elle est la dernière

Construction Qualigramme	Rôle interne
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom du rôle interne
Couleur	Couleur de la colonne
Taille	Taille de la colonne
Commentaires	S'il y a lieu.
Associativité	Le document de la procédure comme tel.
Construction BPMN	Corridor
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	La colonne suivante ou nul si elle est la dernière

Construction Qualigramme	Rôle Externe
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom du rôle externe
Couleur	Couleur de la colonne
Taille	Taille de la colonne
Commentaires	S'il y a lieu.
Associativité	Le document de la procédure
Construction BPMN	Piste
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	La colonne suivante ou nul si elle est la dernière

Construction Qualigramme	Rôle de provenance ou destination
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom du rôle de provenance ou destination
Couleur	Couleur de la colonne
Taille	Taille de la colonne
Commentaires	S'il y a lieu.
Associativité	Le document de la procédure
Construction BPMN	Piste
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	La colonne suivante ou nul si elle est la dernière

Construction Qualigramme	Instruction
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom de l'instruction
Couleur	Couleur de la forme de l'instruction
Taille	Taille de la forme de l'instruction
Commentaires	S'il y a lieu.
Associativité	L'unité ou le rôle interne ou le rôle externe ou le rôle de provenance/destination où l'instruction est placée.
Construction BPMN	Tâche
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est lié.

Construction Qualigramme	Instruction pointille
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom de l’instruction pointillé
Couleur	Couleur de la forme de l’instruction pointille
Taille	Taille de la forme de l’instruction pointille
Commentaires	S’il y a lieu.
Associativité	L’unité ou le rôle interne ou le rôle externe ou le rôle de provenance/destination où l’instruction est placée.
Construction BPMN	Tâche
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	Collection des éléments subséquents auxquels l’élément est lié.

Construction Qualigramme	Fait initial / Action amont interne
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom du fait initial ou de l’action amont.
Couleur	Couleur du fait initial ou de l’action amont
Taille	Taille du fait initial ou de l’action amont
Commentaires	S’il y a lieu.
Associativité	L’unité ou le rôle interne où le fait initial ou l’action amont est placée.
Construction BPMN	Début
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	Collection des éléments subséquents auxquels l’élément est lié.

Construction Qualigramme	Fin / Action aval interne
Caractéristique	Définition générale
Nom	«Fin»
Couleur	Couleur de la forme fin ou de l'action aval
Taille	Taille de la forme fin ou de l'action aval
Commentaires	S'il y a lieu.
Associativité	L'unité ou le rôle interne où la forme fin ou l'action aval est placée.
Construction BPMN	Fin
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	Nul

Type de composant ontologique «Relation»

Construction Qualigramme	Fait initial externe / Action amont externe	
Caractéristique	Définition générale	
	Flux de message	Réception de message
Nom	«MD» + Nom de l'élément	Nom de l'élément
Couleur	Couleur de l'élément	Couleur de l'élément
Taille	Taille de l'élément	Taille de l'élément
Commentaires	Nul	S'il y a lieu.
Associativité	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet de destination
Construction BPMN	Flux de message	Réception de message
Ontologie	«Relation»	«Concept»
Formes-Reliées	Nom de l'élément	Collection des éléments

		subséquents auxquels l'élément est lié.
Élément d'origine	Associativité de l'objet. C'est-à-dire, rôle de provenance ou le rôle externe	
Élément de destination	Nom de l'élément	
Note	Il faut créer un flux-de-message et une réception du message. Le préfixe «MD» est ajouté pour distinguer le message de Début.	

Construction Qualigramme	Fin externe / Action aval externe	
Caractéristique	Définition générale	
	Envoi du message	Flux de message
Nom	Nom de l'élément	«LC» + Nom de l'élément
Couleur	Couleur de l'élément	Couleur de l'élément
Taille	Taille de l'élément	Taille de l'élément
Commentaires	S'il y a lieu.	Nul
Associativité	Associativité de l'objet d'origine	Associativité de l'objet
Construction BPMN	Envoi du message	Flux de message
Ontologie	«Concept»	«Relation»
Formes-Reliées	«LC» + Nom de l'élément	Nom de l'élément
Élément d'origine		Nom de l'élément
Élément de destination		Associativité de l'objet. C'est-à-dire, rôle de provenance ou le rôle externe
Note	Il faut créer un message de sortie et un flux-de-message.	

	Le préfixe «LC» est ajouté pour distinguer la ligne de Clôture
--	--

Construction Qualigramme	Ligne
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom de la ligne
Couleur	Couleur de la ligne
Taille	Taille de la ligne
Commentaires	S'il y a lieu.
Associativité	L'unité ou le rôle interne ou le rôle externe ou le rôle de provenance/destination où l'instruction est placée.
Construction BPMN	Flux de séquence ou Flux de message
Ontologie	«Relation»
Formes-Reliées	Élément de destination.
Élément d'origine	Élément de départ de la ligne
Élément de destination	Élément de destination de la ligne
Note	L'élément ligne de Qualigramme peut devenir flux de séquence ou flux de message dans la notation BPMN. Si l'associativité de l'origine est différente de l'associativité de la destination et une des deux est une entité externe, il s'agit d'un flux de message, au contraire il est un flux de séquence.

Type de composant ontologique «Fonction»

Construction Qualigramme	Opérateur ET			
Caractéristique	Définition générale			
	Flux de séquence	Branchement parallèle	Flux de séquence	Instruction
Nom	«L» + Nom de l'élément	Nom de l'élément	«LS» + Nom de l'élément	«IE» + Nom de l'élément
Couleur	Couleur de l'élément	Couleur de l'élément	Couleur de l'élément	Couleur de l'élément
Taille	Taille de l'élément	Taille de l'élément	Taille de l'élément	Taille de l'élément
Commentaires	Nul	S'il y a des commentaires.	Nul	« Instruction crée pour respecter la notation BPMN.
Associativité	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet origine	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet
Construction BPMN	Flux de séquence	Branchement parallèle	Flux de séquence	Tâche
Ontologie	«Relation»	«Fonction»	«Relation»	«Concept»
Formes-Reliées	Nom de l'élément	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est lié. Ou «LS» + Nom de	«IE» + Nom de l'élément	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est lié.

		l'élément.		
Élément d'origine	Associativité de l'objet		Nom de l'élément	
Élément de destination	Nom de l'élément		«IE» + Nom de l'élément	
Sous-éléments		Nul		
Note	Dans Qualigramme, l'élément Operateur ET est lié à une instruction, qui se trouve à être son associativité. Il faut créer un flux de séquence entre l'instruction et le branchement parallèle au moment de le transformer en notation BPMN. Dans le cas où l'opérateur ET est placé dans un rôle externe, il est nécessaire de créer une ligne de sortie et une instruction, car dans la notation BPMN un flux de message ne peut pas avoir son origine dans un branchement parallèle. Le préfixe «L» est ajouté pour distinguer la ligne ajoutée. Le préfixe «LS» est ajouté pour distinguer la ligne de sortie ajoutée quand il s'agit d'un rôle externe. Le préfixe «IE» est ajouté pour distinguer l'instruction (externe) ajoutée quand il s'agit d'un rôle externe.			

Construction Qualigramme	Opérateur OU			
Caractéristique	Définition générale			
	Flux de séquence	Branchement exclusif	Flux de séquence	Instruction
Nom	«L» + Nom de l'élément	Nom de l'élément	«LS» + Nom de l'élément	«IE» + Nom de l'élément
Couleur	Couleur de l'élément	Couleur de l'élément	Couleur de l'élément	Couleur de l'élément

Taille	Taille de l'élément	Taille de l'élément	Taille de l'élément	Taille de l'élément
Commentaires	Nul	S'il y a des commentaires.	Nul	« Instruction crée pour respecter la notation BPMN.
Associativité	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet origine	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet
Construction BPMN	Flux de séquence	Branchement exclusif	Flux de séquence	Tâche
Ontologie	«Relation»	«Fonction»	«Relation»	«Concept»
Formes-Reliées	Nom de l'élément	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est lié. Ou «LS» + Nom de l'élément.	«IE» + Nom de l'élément	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est lié.
Élément d'origine	Associativité de l'objet		Nom de l'élément	
Élément de destination	Nom de l'élément		«IE» + Nom de l'élément	
Sous-éléments		Nul		
Note	Dans Qualigramme, l'élément Operateur OU est lié à une instruction, qui se trouve à être son associativité. Il faut créer un flux de séquence entre l'instruction et le branchement exclusif au moment de le transformer en notation BPMN. Dans le cas où l'opérateur OU est place dans un rôle externe, il est			

	nécessaire de créer une ligne de sortie et une instruction, car dans la notation BPMN un flux de message ne peut pas avoir son origine dans un branchement exclusif. Le préfixe «L» est ajouté pour distinguer la ligne ajoutée. Le préfixe «LS» est ajouté pour distinguer la ligne de sortie ajoutée quand il s'agit d'un rôle externe. Le préfixe «IE» est ajouté pour distinguer l'instruction (externe) ajoutée quand il s'agit d'un rôle externe.
--	---

Construction Qualigramme	Instruction collaborative	
Caractéristique	Définition générale	
Nom	Nom de l'instruction collaborative	
Couleur	Couleur de la forme de l'instruction collaborative	
Taille	Taille de la forme de l'instruction collaborative	
Commentaires	Les noms des rôles impliqués dans l'instruction en tant que : I informé, P participant, C conseil, X indéfini.	
Associativité	Le rôle interne ou externe responsable de l'activité.	
Construction BPMN	Tâche	
Ontologie	Qualigramme	BPMN
	«relation»	«concept»
Formes-Reliées	Collection des éléments subséquents avec lesquels l'élément est attaché.	
Sous-éléments	Rôle responsable et les autres rôles impliqués	
Note	En BPMN l'instruction collaborative devient une tâche attachée au rôle responsable, et les autres tâches impliquées se retrouvent dans les commentaires.	

Construction Qualigramme	Sous-Procédure
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom de la sous-procédure
Couleur	Couleur de la sous-procédure
Taille	Taille de la Sous-procédure
Commentaires	S'il y a lieu.
Associativité	L'unité où la sous-procédure est placée.
Construction BPMN	Sous-processus contracté
Ontologie	«Concept»
Formes-Reliées	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est lié.
Sous-éléments	Nul

Construction Qualigramme	Macro-instruction				
Caractéristique	Définition générale				
	Branchement parallèle ou exclusif	Flux de séquence	Instruction	Flux de séquence	Branchement parallèle ou exclusif
Nom	Nom de l'élément	«RE» + Nom du sous-élément	«I» + Nom du sous-élément	«RS» + Nom du sous-élément	«S» + Nom de l'élément
Couleur	Couleur de l'élément	Couleur du sous-élément	Couleur du sous-élément	Couleur du sous-élément	Couleur de l'élément
Taille	Taille de l'élément	Taille du sous-élément	Taille du sous-élément	Taille du sous-élément	Taille de l'élément

Commentaires	S'il y a lieu.	Nul	Nul	Nul	Nul
Associativité	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet	Associativité de l'objet
Construction BPMN	Branchement parallèle ou exclusif	Flux de séquence	Tâche	Flux de séquence	Branchement parallèle ou exclusif
Ontologie	«Fonction»	«Relation»	«Concept»	«Relation»	«Fonction»
Formes-Reliées	Tous les «RE» + Nom du sous-élément	«I» + Nom du sous-élément	Tous les «RS» + Nom du sous-élément	«S» + Nom de l'élément	Collection des éléments subséquents auxquels l'élément est lié.
Élément d'origine		Nom de l'élément		«I» + Nom du sous-élément	
Élément de destination		«I» + Nom du sous-élément		«S» + Nom de l'élément	
Sous-éléments					collection des sous-éléments qui se trouvent dans la Macro-instruction.

Type de composant ontologique «Instance»

Construction Qualigramme	L'outil document / Document support / Document / l'outil matériel / Commentaires
Caractéristique	Définition générale
Nom	Nom de l'élément
Couleur	Couleur de l'élément
Taille	Taille de l'élément
Commentaires	« type » + des commentaires.

Associativité	Associativité de l'unité ou le rôle interne ou le rôle externe ou le rôle de provenance/destination où l'élément est placé.
Construction BPMN	Annotation
Ontologie	«Instance»
Formes-Reliées	Nul
Sous-éléments	Nul

ANNEXE VII

ALGORITHME POUR AUTOMATISER LE PROCESSUS DE TRANSFORMATION DES DIAGRAMMES DE DEUXIÈME NIVEAU RÉALISÉS EN QUALIGRAMME VERS DES DIAGRAMMES DANS LA NOTATION BPMN

*=====

Description : Pseudocode pour les règles de transformation des diagrammes de deuxième niveau faits en Qualigramme vers des diagrammes faits avec la notation BPMN

Prérequis :

- Avoir les règles de transformation dans le format de pseudo-base de données.
/*les règles de transformation des diagrammes de deuxième niveau faites en Qualigramme vers BPMN, elles se retrouvent dans l'annexe V du document/
- Avoir accès aux éléments de Qualigramme et ses propriétés :
 - Nom, /* Nom de l'élément de la procédure */
 - Couleur, /* Propriété correspondant à la forme de l'objet */
 - Taille, /* Propriété correspondant à la forme de l'objet */
 - Commentaires, /* Propriété correspondant aux commentaires accompagnant l'objet */
 - Associativité, /* Dans Qualigramme, ce champ comporte le nom de l'unité, le rôle ou la macro-instruction où est placé l'objet.
Dans le BPMN, c'est le nom de la piste ou corridor où est l'élément*/
 - Type, /* Type de l'élément correspondant aux règles de transformation des diagrammes de deuxième niveau faits en Qualigramme vers les diagrammes faits avec la notation BPMN */
 - Formes Reliées /* elle comporte une collection d'éléments subséquents avec lesquels l'élément est lié */

Élément d'origine /* il est l'élément d'origine pour les objets dont l'ontologie est en relation */

Élément de destination /* il est l'élément de destination pour les objets dont l'ontologie est en relation */

Sous-éléments /* Il contient une collection avec les éléments qui sont dans la Macro-instruction.

Dans le cas de l'instruction collaborative, correspond au rôle responsable de l'action et aux rôles impliqués dans l'action

Dans le cas des Opérateurs «OU» et «ET» il sera nul */

Programme principal

Date	Auteur	Commentaire
2011/06/15	Oscar Sanchez	Création
2011/07/11	Oscar Sanchez et Carlos Monsalve.	Révision
2011/07/25	Oscar Sanchez et Carlos Monsalve.	Révision
2011/08/01	Oscar Sanchez et Carlos Monsalve.	Révision
2011/08/08	Oscar Sanchez et Carlos Monsalve.	Révision
2011/08/15	Oscar Sanchez et Carlos Monsalve.	Révision
2011/09/20	Oscar Sanchez et Carlos Monsalve.	Révision
2011/10/22	Oscar Sanchez et Carlos Monsalve.	Révision

=====*/

/*

- Soit BDT la base de données avec les règles de transformation des diagrammes de deuxième niveau bâtis en Qualigramme vers BPMN.
- Soit $Q = (P, R, E, F)$ l'ensemble des éléments du graphique Qualigramme où :
 - P = Information de la procédure
 - R = Ensemble de rôles externes, rôles de provenance et rôles de destination
 - E = Ensemble des unités et de rôles internes
 - F = le graphe composé des éléments conformant la procédure comme telle, dans le graphique Qualigramme.

- Soit X le premier élément du F , c'est-à-dire, la première action ou la première étape de la procédure.
- */

Début

Définir Formes-Reliées */* Définition de la classe */*
Collection des Formes Reliées

Définir Objet Forme /* Définition de la classe */
 Propriétés (Nom, Couleur, Taille, Commentaires, Associativité, Type, Ontologie,
 Formes-Reliées)

Définir Objet Forme-Relation /* Définition de la classe */
Hériter de Forme
Ajouter élément d'origine
Ajouter élément de destination

Définir Objet Forme-Fonction /* Définition de la classe */
Hériter de Forme
Ajouter collection pour les éléments qui le composent

```
/* Créer la piste initiale, basée sur la procédure générale de Qualigramme
«Nom- Procédure» = il correspond au nom de la procédure comme tel.
Couleur = la couleur du carré général.
Taille = Taille du carré principal
Commentaires= petite description de la procédure,
```

Nul= Associative, est nulle car elle va devenir la piste principale,
 «Piste-Principale»= elle correspond au type de l'élément dans la *BDT*
 «Concept»= il correspond au champ Ontologie de la *BDT*
 Nul= il n'existe pas de Formes reliées pour la procédure

*/

Piste-Initiale = **Créer-Piste-Initiale** (*P*-«Nom-Procédure», *P*-Couleur, *P*-Taille, *P*-Commentaires, Nul, «Piste-Principale», «Concept», Nul)

/* Créer les collections composées des rôles externes dans Qualigramme, qui deviendront des pistes pour BPMN */

Rôles-Externes-Q = **Créer** une collection de type (objet Forme) /*Créer les objets qui vont recevoir les rôles externes de Qualigramme */

Pistes-B = **Créer** une collection de type (objet Forme) /*Créer les objets qui vont recevoir les pistes de BPMN */

Nombre-Rôle-Externes = *R*-Quantité des Rôles externes + *R*-Quantité des Rôles de Provenance + *R*-Quantité des Rôles de Destination

/* Créer la collection de rôles externes de Qualigramme

Nom-Objet = il correspond au nom du Rôle.

Couleur = la couleur du symbole graphique.

Taille = Taille du symbole graphique

Commentaires= s'il y a lieu pour le symbole graphique,

Nul= Associative, est nulle car elles vont devenir des pistes.

Type d'objet = il correspond au type de l'élément dans la *BDT*

«Concept»= il correspond au champ Ontologie de la *BDT*

Nul= il n'existe pas de Formes reliées pour les rôles externes

*/

Compteur = 1

Tant-que Compteur <= Nombre-Rôle-Externes

Rôles-Externes-Q [Compteur] = **Créer-Rôles-Externes-Q** (*R-Nom-Objet*, *R-Couleur*, *R-Taille*, *R-Commentaires*, *Nul*, *R-Type d'objet*, «Concept», *Nul*)

Incrémenter Compteur

Fin Tant-que

/ Créer les pistes BPMN correspondant aux rôles externes Qualigramme*

*À l'aide de la fonction Créer-BPMN-Élément pour chaque élément de la collection Rôles-Externes-Q */*

Compteur = 1

Tant-que Compteur <= longueur de Rôles-Externes-Q

Pistes-B [Compteur] = **Créer-BPMN-Élément** (Rôles-Externes-Q [Compteur])

Incrémenter Compteur

Fin Tant-que

/ Créer les collections composées des unités dans Qualigramme qui deviendront les corridors dans BPMN */*

Unités-Q = **Créer** une collection de type (objet Forme) */*Créer les objets qui vont recevoir les unités de Qualigramme */*

Corridors-B = **Créer** une collection de type (objet Forme) */*Créer les objets qui vont recevoir les corridors de BPMN */*

Nombre-Unités = *E-Quantité des Unités* + *E-Quantité des rôles internes*

/ Créer la collection d'unités du Qualigramme*

Nom-Objet = il correspond au nom de l'unité.

Couleur = la couleur du symbole graphique.

Taille = Taille du symbole graphique

Commentaires= si applicable pour le symbole graphique,

Associativité = elle correspond à la piste où se trouve l'objet.

Type d'objet = il correspond au type de l'élément dans la *BDT*

Concept= il correspond au champ Ontologie de la *BDT*

Unité-suivante = il correspond au nom de l'unité ou rôle interne suivant ou nul dans le cas du dernier objet.

*/

Compteur = 1

Tant-que Compteur <= Nombre-Unités

Unités-Q [Compteur] = **Créer-Unités-Q** (*E*-Nom-Objet, *E*-Couleur, *E*-Taille, *E*-Commentaires, *P*-«Nom-Procédure», *E*-Type d'objet, «Concept», Unité-Suivante)

Incrémenter Compteur

Fin Tant-que

/* Créer les corridors BPMN correspondant aux unités dans Qualigramme

À l'aide de la fonction Créer-BPMN-Élément pour chaque élément de la collection Unités-Q

*/

Compteur = 1

Tant-que Compteur <= longueur de Unités-Q

Corridors-B [Compteur] = **Créer-BPMN-Élément** (Unités-Q [Compteur])

Incrémenter Compteur

Fin Tant-que

/* Lire le graphe Qualigramme composée des autres formes de la graphique

Nombre-formes = Quantité des formes – (Nombre-Rôle-Externes) – (Nombre-Unités)

Éléments qui ne sont pas (Unités, Rôles internes, Rôles externes, Rôle de provenance, Rôle de destination, Processus principal)*/

Formes-B [Élément] = **Créer** une collection de type (objet Forme) /*Créer la collection qui va recevoir les différents éléments du graphique en format BPMN*/

/* le Compteur-BPMN sera actualisé tout au long de la création de nouveaux éléments BPMN */

Compteur-BPMN = 0

/* Créer le nouveau graphe composé des éléments BPMN */

Lire-Formes (X , Compteur-BPMN) /* X est le premier élément Qualigramme dans le graphe F et le Compteur-BPMN est l'indice de la liste en format BPMN */

L'algorithme de parcours en profondeur du graphe F sera utilisé/

Fonction Lire-Formes (F -Élément, Compteur-BPMN)

Incrémenter Compteur-BPMN

Créer Élément-BPMN = **Lire-Élément** (F -Élément, Compteur-BPMN)

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

Pour chaque F -Élément. Formes-Reliées **Faire**

Si l'élément n'est pas lu **Alors**

Lire-Formes (F -Élément. Formes-Reliées, Compteur-BPMN)

Fin-Si

Fin-Pour

Fin de la Fonction

/*Fonction qui sert à ajouter les nouveaux éléments du graphique en format BPMN */

Fonction Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

Formes-B [Compteur-BPMN] = Élément-BPMN

Fin de la Fonction

/* Créer la collection des formes directement sur BPMN à l'aide de la fonction Créer-BPMN-Élément pour chaque élément du graphe, selon le type de l'objet

Nom-Objet = il correspond au nom de la forme

Couleur = la couleur du symbole graphique.

Taille = Taille du symbole graphique

Commentaires= si applicable pour le symbole graphique,

Associativité = corresponde à l'unité, le rôle ou la macro-instruction où se trouve l'action.

Type d'objet = il correspond au type de l'élément dans la *BDT*

Concept= il correspond au champ Ontologie de la *BDT*

F-Formes-Reliées = il correspond aux formes conséquentes qui sont liés à l'élément.

Sous-éléments = Il contient une collection avec les éléments qui sont dans la Macro-instruction, dans le cas contraire il sera nul.

*/

Fonction Lire-Élément (*F-Élément*, Compteur-BPMN)

Si Chercher-Ontologie (*F-Élément.type*) = Concept **Alors**

Créer un objet Forme-Q (*F-Nom-Objet*, *F-Couleur*, *F-Taille*, *F-Commentaires*, *F-Associativité*, *F-Type*, «concept», *F-Formes-Reliées*)

Retourner Créer-BPMN-Élément (Objet Forme-Q)

Si Chercher-Ontologie (*F-Élément.type*) = Relation **Alors**

Créer un objet Forme-Relation (*F-Nom-Objet*, *F-Couleur*, *F-Taille*, *F-Commentaires*, élément d'origine, *F-Type*, «relation», *F-Formes-Reliées*, élément d'origine, élément de destination)

Retourner Créer-BPMN-Relation (Objet Forme-Relation)

Si Chercher-Ontologie (*F-Élément.type*) = Fonction **Alors**

Retourner Créer-BPMN-Fonction (*F-Élément*, Compteur-BPMN)

Sinon

Créer un objet Forme-Q (*F-Nom-Objet*, *F-Couleur*, *F-Taille*, *F-Commentaires*, *F-Associativité*, *F-Type*, *ontologie*, *F-Formes-Reliées*)

Retourner Créer-BPMN-Annotation (Objet Forme-Q)

Fin-Si

Fin de la Fonction

*/*Fonction qui sert à créer la piste principale */*

Fonction Créer-Piste-Initiale (reçoit : Nom-Processus, Couleur, Taille, Commentaires, Associativité, Type, Ontologie, Formes-Reliées, retourne : Élément-BPMN)

Créer un objet Forme

Assigner les attributs au nouvel objet Forme

Retourner l'objet Forme

Fin de la Fonction

*/*Fonction qui sert à créer un objet «Forme» pour chacun des rôles trouvés dans la graphique Qualigramme, la fonction retourne un objet forme Qualigramme */*

Fonction Créer-Rôles-Externes-Q (reçoit : Nom-Objet, Couleur, Taille, Commentaires, Associativité, Type, Ontologie, Formes-Reliées)

Créer un objet Forme

Assigner les attributs au nouvel objet Forme

Retourner l'objet Forme

Fin de la Fonction

*/*Fonction qui sert à créer un objet «Forme» pour chacune des unités trouvées dans le graphique Qualigramme, la fonction retourne un objet forme Qualigramme */*

Fonction Créer-Unités-Q (reçoit : Nom-Objet, Couleur, Taille, Commentaires, Associativité, Type, Ontologie, Formes-Reliées)

Créer un objet Forme

Assigner les attributs au nouvel objet Forme

Retourner l'objet Forme

Fin de la Fonction

/*Fonction qui sert à chercher dans la *BDT* la donnée correspondante de l'ontologie pour l'élément donné */

Fonction Chercher-Ontologie (reçoit : Élément. type retourne : Ontologie)

Chercher dans la base de données des règles de transposition l'ontologie correspondant l'élément Qualigramme reçu pour paramètre

Retourner l'ontologie

Fin de la Fonction

/*Fonction qui sert à créer un objet «Forme» BPMN correspondant à l'élément Qualigramme donné */

Fonction Créer-BPMN-Élément (reçoit : Élément-Qualigramme, retourne : Élément-BPMN)

Si l'Élément-BPMN **existe pour** l'Élément-Qualigramme **Alors**

Créer un objet forme comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (Nom-objet, Couleur, Taille, Commentaires, Associativité, Type, Ontologie, Formes-Reliées) à l'Élément-BPMN

Retourner l'élément-BPMN

Sinon

Retourner Créer-BPMN-Annotation (Objet Forme-BPMN)

Fin-Si

Fin de la Fonction

/*Fonction qui sert à créer un objet Relation BPMN correspondant à l'élément Qualigramme donné */

Fonction Créer-BPMN-Relation (reçoit : Élément-Qualigramme, retourne : Élément-BPMN)

Si l'Élément-BPMN **existe pour** l'Élément-Qualigramme **Alors**

Si l'Élément-Qualigramme = «Action Amont Externe» **Ou** l'Élément-Qualigramme = «Fait Initial Externe» **Alors**

Retourner Créer-BPMN-Début-Externe (Élément-Qualigramme)

Sinon

Si l'Élément-Qualigramme = «Action Aval Externe» **Ou** l'Élément-Qualigramme = «Fin Externe» **Alors**

Retourner Créer-BPMN-Clôture-Externe (Élément-Qualigramme)

Sinon

Retourner Créer-Ligne- (Élément-Qualigramme)

Fin-Si

Retourner l'élément-BPMN

Sinon

Retourner Créer-BPMN-Annotation ((Objet Forme-BPMN)

Fin-Si

Fin de la Fonction

*/*Fonction qui sert à créer un objet Fonction BPMN correspondant à l'élément Qualigramme donné */*

Fonction Créer-BPMN-Fonction (reçoit : Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN, retourne : Élément-BPMN)

Si l'Élément-Qualigramme = «Instruction-Collaborative»

Retourner Créer-Instruction-Collaborative (Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN)

Si l'Élément-Qualigramme = «Sous-procédure»

Retourner Créer-Instruction-Sous-procédure (Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN)

Si l'Élément-Qualigramme **Appartient à** {Opérateur ET, Opérateur OU }

Retourner Créer-BPMN-Fonction-Opérateurs (Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN)

Sinon

Retourner Créer-BPMN-Macro-Instruction (*F*-Élément, Compteur-BPMN)

Fin-Si

Fin de la Fonction

*/*Fonction qui sert à créer un flux de séquence ou un flux de message pour l'élément ligne de Qualigramme */*

Fonction Créer-Ligne (reçoit : Élément-Qualigramme, retourne : Élément-BPMN)

Créer un objet relation comme élément-BPMN

Si (**Associativité** (Élément d'origine) **Ou Associativité** (Élément de destination)

Appartient à {Rôles externes, Rôle de provenance, Rôle de destination}) **Et**

(**Associativité** (Élément d'origine) $\diamond$ **Associativité** (Élément de destination)) **Alors**

Assigner les attributs de forme (Nom-objet, Couleur, Taille, Commentaires, Associativité, «Flux-de-message», Ontologie, Formes-Reliées, Élément d'origine, Élément de destination) à l'Élément-BPMN

Sinon

Assigner les attributs de forme (Nom-objet, Couleur, Taille, Commentaires, Associativité, «flux-de-séquence», Ontologie, Formes-Reliées, Élément d'origine, Élément de destination) à l'Élément-BPMN

Fin-Si

Fin de la Fonction

*/*Fonction qui sert à traiter les éléments Opérateur Ou et Opérateur ET*

*, Il faut créer une ligne avant de créer l'objet comme tel, parce que dans Qualigramme cette ligne n'existe pas. L'élément origine deviendra son associativité et l'élément de destination la fonction créée */*

Fonction Créer-BPMN-Fonction-Opérateurs (reçoit : Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN, retourne : Élément-BPMN)

M = Élément-Qualigramme

Si M -Associativité. Ontologie $< >$ «Rôle externe» **Alors**

*/*Créer le flux de séquence entre l'instruction et l'opérateur */*

Créer un objet relation comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (**Enchaîner** «L» + M -Nom-objet», M -Couleur, M -Taille, Nul, **Associativité** (M -Associativité), «Flux-de-séquence», «relation», M -Nom-objet, M -Associativité, M -Nom-objet) à l'Élément-BPMN

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

*/*Créer le branchement exclusif ou parallèle */*

Incrémenter Compteur-BPMN

Créer un objet fonction comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (M -Nom-objet, M -Couleur, M -Taille, M -Commentaires, M -Associativité, M -Type, M -Ontologie, M -Formes-Reliées, Nul) à l'Élément-BPMN

Retourner l'élément-BPMN

Si Non

*/*Créer le flux de séquence entre l'instruction et l'opérateur */*

Créer un objet relation comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (**Enchaîner** «L» + M -Nom-objet», M -Couleur, M -Taille, Nul, **Associativité** (M -Associativité), «Flux-de-séquence», «relation», M -Nom-objet, M -Associativité, M -Nom-objet) à l'Élément-BPMN

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

*/*Créer le branchement exclusif ou parallèle */*

Incrémenter Compteur-BPMN

Créer un objet fonction comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (M -Nom-objet, M -Couleur, M -Taille, M -Commentaires, M -Associativité, M -Type, M -Ontologie, «LS» + M -Nom-objet, Nul) à l'Élément-BPMN

*/*Créer le flux de séquence entre l'opérateur et l'instruction ajoutée*/*

Créer un objet relation comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (**Enchaîner** «LS» + *M*-Nom-objet, *M*-Couleur, *M*-Taille, Nul, **Associativité** (*M*-Associativité), «Flux-de-séquence», «relation», «IE»+*M*-Nom-objet, *M*-Associativité, «IE»+*M*-Nom-objet) à l'Élément-BPMN

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

*/*Créer l'instruction dans la piste secondaire */*

Incrémenter Compteur-BPMN

Créer un objet forme comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme («IE»+*M*-Nom-objet, *M*-Couleur, *M*-Taille, *M*-Commentaires, *M*-Associativité, *M*-Type, *M*-Ontologie, *M*-Formes-Reliées) à l'Élément-BPMN

Retourner l'élément-BPMN

Fin-Si

Fin de la Fonction

*/*Fonction qui sert à traiter l'instruction collaborative */*

Fonction Créer-Instruction-Collaborative (reçoit : Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN, retourne : Élément-BPMN)

M = Élément-Qualigramme

M-Associativité = *M*-sous-éléments - Rôle responsable.

M-Commentaires = *M*-sous-éléments – tous les autres rôles impliqués et sa fonction concernant l'instruction-collaborative.

Créer un objet Forme-Fonction (*M*-Nom-Objet, *M*-Couleur, *M*-Taille, *M*-Commentaires, *M*-Associativité, *M*-Type, «fonction», *M*-Formes-Reliées, Sous-éléments)

Retourner l'élément-BPMN

Fin de la Fonction

/*Fonction qui sert à traiter la sous-procédure */

Fonction Créer-Instruction-Sous-procédure (reçoit : Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN, retourne : Élément-BPMN)

Créer un objet Forme-Fonction (F -Nom-Objet, F -Couleur, F -Taille, F -Commentaires, F -Associativité, F -Type, «fonction», F -Formes-Reliées, Sous-éléments)

Retourner l'élément-BPMN

Fin de la Fonction

/*Fonction qui sert à créer les objets BPMN correspondants à l'élément Qualigramme de début externe, soit Action Amont Externe ou Fait Initial Externe */

Fonction Créer-BPMN-Début-Externe (reçoit : Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN, retourne : Élément-BPMN)

Dans le cas du début externe, il faut créer un flux-de-message et un message.

Le flux-de-message a son origine dans le rôle de provenance ou le rôle externe de son associativité.

Sa destination est le message qui sera créé.

Le message constitue la première action du rôle interne ou de l'unité qui débute la procédure. Le préfixe «MD» est ajouté pour distinguer le message de Début

*/

M = Élément-Qualigramme

Créer un objet relation comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (M -Nom-objet, M -Couleur, M -Taille, Nul, M -Associativité, «Flux-de-message», «relation», **Enchaîner** «MD»+ M -Nom-

objet, *M*-Associativité, **Enchaîner** «MD»+ *M*-Nom-objet, *M*-élément de origine, **Enchaîner** «MD»+ *M*-Nom-objet) à l'Élément-BPMN

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

Incrémenter Compteur-BPMN

Créer un objet forme comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (**Enchaîner** «MD»+ *M*-Nom-objet, *M*-Couleur, *M*-Taille, *M*-Commentaires, **Associativité** (*M*-élément de destination), «Réception du message», «forme», *M*-Formes-Reliées) à l'Élément-BPMN

Retourner l'élément-BPMN

Fin de la Fonction

/*Fonction qui sert à créer les objets BPMN correspondants à l'élément Qualigramme de début externe, soit Action Amont Externe ou Fait Initial Externe */

Fonction Créer-BPMN-Clôture-Externe (reçoit : Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN, retourne : Élément-BPMN)

Dans le cas de la clôture externe, il faut créer un message de sortie et un flux-de-message.

Le message constitue la dernière action du rôle interne ou de l'unité d'origine de l'action.

Le flux-de-message a son origine dans le message créé et sa destination dans le rôle de provenance ou le rôle externe de son associativité.

Le préfixe «LC» est ajouté pour distinguer la ligne de Clôture

*/

M = Élément-Qualigramme

Créer un objet forme comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (*M*-Nom-objet, *M*-Couleur, *M*-Taille, Nul, **Associativité** (*M*-élément de origine), «Envoi du message», «forme», **Enchaîner** «LC»+*M*-Nom-objet) à l'Élément-BPMN

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

Incrémenter Compteur-BPMN

Créer un objet relation comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (**Enchaîner** «LC»+*M*-Nom-objet, *M*-Couleur, *M*-Taille, Nul, *M*-Associativité, «Flux-de-message», «relation», *M*-Associativité, *M*-Nom-objet, **Associativité** (*M*-élément de destination)) à l'Élément-BPMN

Retourner l'élément-BPMN

Fin de la Fonction

/*Fonction qui sert à créer les objets qui sont formés à partir de l'élément Macro-Instruction en Qualigramme :

Pour Chaque Macro-Instruction, il aura :

Un branchement-exclusif ou un branchement-parallèle d'entrée

Pour chaque sous-élément, un groupe conformé pour :

Un élément relation d'entrée

Un élément Instruction

Un élément relation de sortie

Un branchement-exclusif ou un branchement-parallèle de sortie

Chaque élément va être surnommé avec un préfixe, à savoir :

Élément Branchement-exclusif ou branchement-parallèle d'entrée

RE = Élément relation d'entrée

I = Élément Instruction

RS = Élément relation de sortie

S = Branchement-exclusif ou branchement-parallèle de sortie

*/

Fonction Créer-BPMN-Macro-instruction (reçoit : *F*-Élément, Compteur-BPMN, retourne : Élément-BPMN)

/* Ici on va créer Branchement-exclusif ou branchement-parallèle d'entrée */

Créer-Entrée-BPMN-Macro-Instruction (*F*-Élément, Compteur-BPMN)

/* Ici on va créer RE = Élément relation de entre

I = Élément Instruction

RS = Élément relation de sortie */

Créer-Éléments-BPMN-Macro-Instruction (*F*-Élément, Compteur-BPMN)

/* Ici on va créer S = Branchement-exclusif ou branchement-parallèle de sortie */

Retourner Créer-Sortie-BPMN-Macro-Instruction (*F*-Élément, Compteur-BPMN)

Fin de la Fonction

/*Fonction qui sert à créer un objet Forme-Annotation BPMN car il n'y pas un élément qui correspond à l'élément Qualigramme donné */

Fonction Créer-BPMN-Annotation (reçoit : Élément-Qualigramme, retourne : Élément-BPMN)

Créer un objet forme comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (Nom-Processus, Couleur, Taille, Commentaires, Associativité, Type, Ontologie, Formes-Reliées) à l'Élément-« Annotation »

Retourner l'élément « Annotation »

Fin de la Fonction

/* Fonction qui sert à la création de l'élément (E) Branchement-exclusif ou branchement-parallèle d'entrée */

Fonction Créer-Entrée-BPMN-Macro-Instruction (reçoit : Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN)

$M = \text{Élément-Qualigramme}$

/ Pour l'élément d'entrée, il faut créer les formes reliées, c'est-à-dire les formes RE relation d'entrée pour chacun des sous-éléments */*

Formes-Reliées-Entrée = **Créer** une collection de type (string) */* Cette collection va être assignée à la propriété Formas-reliées de l'élément d'entrée */*

Compteur = 0

Pour chaque M . Sous-élément **Faire**

Incrémenter Compteur

Formes-Reliées-Entrée [Compteur] = **Enchaîner** « RE » + M . Sous-élément.
Nom-Objet

Fin-Pour

Créer un objet fonction comme élément-BPMN

/ L'élément BPMN dépend de deux types de sous-éléments : Soit des instructions pointilleuses, et il sera alors un branchement-exclusif, ou des instructions normales, dans quel cas il sera alors un branchement-parallèle */*

Si M . Sous-éléments [1] = « Instruction-pointillé » **Alors**

Assigner les attributs de forme (M -Nom-objet, M -Couleur, M -Taille, M -Commentaires, M -Associativité, « Branchement-exclusif », « fonction », Formes-Reliées-Entrée) à l'Élément-BPMN

Sinon

Assigner les attributs de forme (M -Nom-objet, M -Couleur, M -Taille, M -Commentaires, M -Associativité, « Branchement-parallèle », « fonction », Formes-Reliées-Entrée) à l'Élément-BPMN

Fin-Si

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

Fin de la Fonction

/* Cette fonction permet de créer les relations et les instructions nécessaires à la conversion des sous-éléments d'une Macro-Instruction. */

/* Fonction qui sert à la création des éléments

RE = Élément relation d'entrée

I = Élément Instruction

RS = Élément relation de sortie

Pour chaque sous-élément de la macro-instruction*/

Fonction Créer-Éléments-BPMN-Macro-Instruction (reçoit : Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN)

M = Élément-Qualigramme

Pour chaque M . Sous-élément **Faire**

Si M . Sous-élément $\diamond$ «Ligne» **Alors**

S = Sous-élément

/* Nom-Objet = «RE» pour relation d'entrée, plus le nom du sous-élément

Couleur = la couleur du sous-élément

Taille = la Taille du sous-élément

Commentaires= Nul,

Associativité = corresponde à l'unité, le rôle ou la macro-instruction où se trouve l'action.

Type d'objet = «flux-de-séquence» dans la *BDT*

Concept= il correspond au champ Ontologie de la *BDT c'est-à-dire, «relation»*

F-Formes-Reliées = «I+ S -Nom-objet», il correspond à l'instruction du sous-élément

Élément d'origine= M -Nom-objet, il correspond à l'élément d'entrée

Élément de destination= «I+ S -Nom-objet», il correspond à l'instruction du sous-élément

*/

Créer un objet relation comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (**Enchaîner** «RE» + *S-Nom-objet*), *S-Couleur*, *S-Taille*, *Nul*, *M-Associativité*, «flux-de-séquence», «relation», **Enchaîner** «I» + *S-Nom-objet*, *M-Nom-objet*, **Enchaîner** «I»+ *S-Nom-objet*) à l'Élément-BPMN

Incrémenter Compteur-BPMN

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

/* Nom-Objet = «I» pour l'instruction plus le nom du sous-élément

Couleur = la couleur du sous-élément

Taille = la Taille du sous-élément

Commentaires= *Nul*,

Associativité = correspond à l'unité, le rôle ou la macro-instruction où se trouve l'action.

Type d'objet = «instruction» dans la *BDT*

Concept= il correspond au champ Ontologie de la *BDT c'est-à-dire, «concept»*

F-Formes-Reliées = «RS+ *S-Nom-objet*», il correspond à l'instruction de relation de sortie du sous-élément */

Créer un objet forme comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (**Enchaîner** «I»+ *S-Nom-objet*, *S-Couleur*, *S-Taille*, *Nul*, *M-Associativité*, «instruction», «concept», **Enchaîner** «RS»+ *S-Nom-objet*) à l'Élément-BPMN

Incrémenter Compteur-BPMN

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

/* Nom-Objet = «RS» pour relation de sortie plus le nom du sous-élément

Couleur = la couleur du sous-élément

Taille = la Taille du sous-élément

Commentaires= *Nul*,

Associativité = correspond à l'unité, le rôle ou la macro-instruction où se trouve l'action.

Type d'objet = «flux-de-séquence» dans la *BDT*

Concept= il correspond au champ Ontologie de la *BDT c'est-à-dire, «relation»*

F-Formes-Reliées = «S+ M-Nom-objet», il correspond à l'instruction du sous-élément

Élément d'origine= «I+ S-Nom-objet», il correspond à l'instruction du sous-élément

Élément de destination= «S+ M-Nom-objet», il correspond à l'élément de sortie du sous-élément */

Créer un objet relation comme élément-BPMN

Assigner les attributs de forme (**Enchaîner** «RS»+ S-Nom-objet, S-Couleur, S-Taille, Nul, M-Associativité, «flux-de-séquence», «relation», **Enchaîner** «S»+ M-Nom-objet, **Enchaîner** «I»+ S-Nom-objet, **Enchaîner** «S»+ M-Nom-objet») à l'Élément-BPMN

Incrémenter Compteur-BPMN

Ajouter-BPMN-Formes (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

Fin-Si

Fin-Pour

Fin de la Fonction

/* L'élément BPMN dépend de deux types de sous-éléments : Soit des instructions pointilleuses, et il sera alors un branchement-exclusif, ou des instructions normales, dans quel cas il sera alors un branchement-parallèle */

Fonction Créer-Sortie-BPMN-Macro-Instruction (reçoit : Élément-Qualigramme, Compteur-BPMN)

$M = \text{Élément-Qualigramme}$

Créer un objet fonction comme élément-BPMN

/* le type d'objet dépendant du type des sous-éléments et celles des Formes-Reliées-Sortie sont les mêmes que l'élément Qualigramme. */

Si M-Sous-éléments [1] = «Instruction-pointillé» **Alors**

Assigner les attributs de forme (**Enchaîner** «S»+ *M-Nom-objet*», *M-Couleur*, *M-Taille*, *M-Commentaires*, *M-Associativité*, «Branchement-exclusif», «fonction», *M-Formes-Reliées*) à l'Élément-BPMN

Sinon

Assigner les attributs de forme (**Enchaîner** «S»+ *M-Nom-objet*», *M-Couleur*, *M-Taille*, *M-Commentaires*, *M-Associativité*, «Branchement-parallèle», «fonction», *M-Formes-Reliées*) à l'Élément-BPMN

Fin-Si

Incrémenter Compteur-BPMN

Retourner (Élément-BPMN, Compteur-BPMN)

Fin de la Fonction

/* En ce moment, les objets dans le format BPMN ont été obtenus, à savoir :

Piste-Initiale

Collection Pistes-B

Collection Corridors-B

Collection Formes-B

Ci-après, l'étape d'écriture des objets BPMN */

/*Écriture Piste Initiale*/

Écrire Piste-Initiale

/* Écriture des autres Pistes ou pistes secondaires*/

Compteur-Pistes = 1

Tant-que Compteur-Pistes <= longueur de Pistes-B

Écrire Pistes-B [Compteur-Pistes]

Incrémenter Compteur-Pistes

Fin Tant-que

/* Écriture des Corridors*/

Compteur-Corridors = 1

Tant-que Compteur-Corridors $\leq$ longueur de Corridors-B

Écrire Corridors-B [Compteur-Corridors]

Incrémenter Compteur-Corridors

Fin Tant-que

/* Écriture des formes*/

Compteur-Formes = 1

Tant-que Compteur-Formes $\leq$ longueur de Formes-B

Écrire Formes -B [Compteur- Formes]

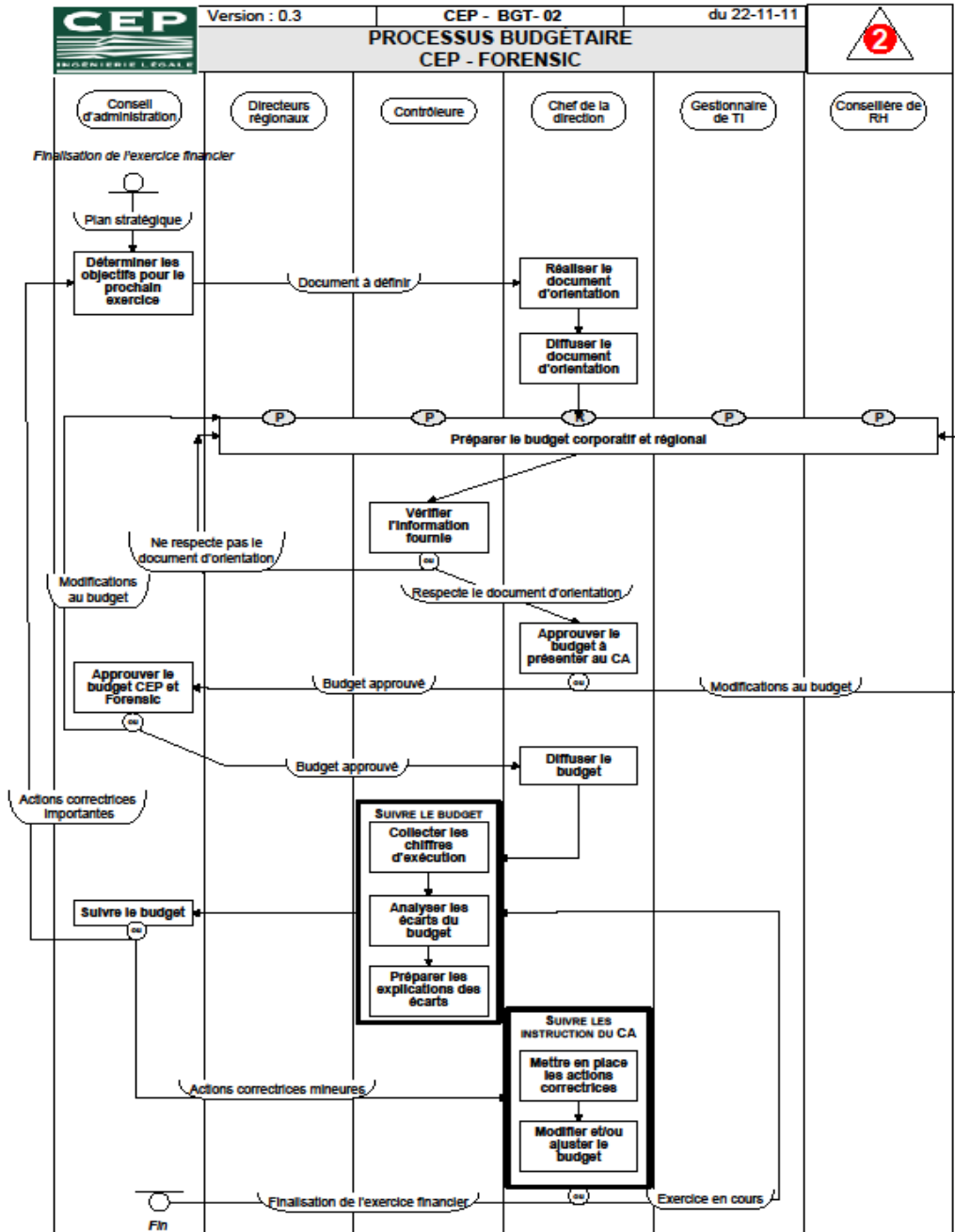
Incrémenter Compteur- Formes

Fin Tant-que

Fin

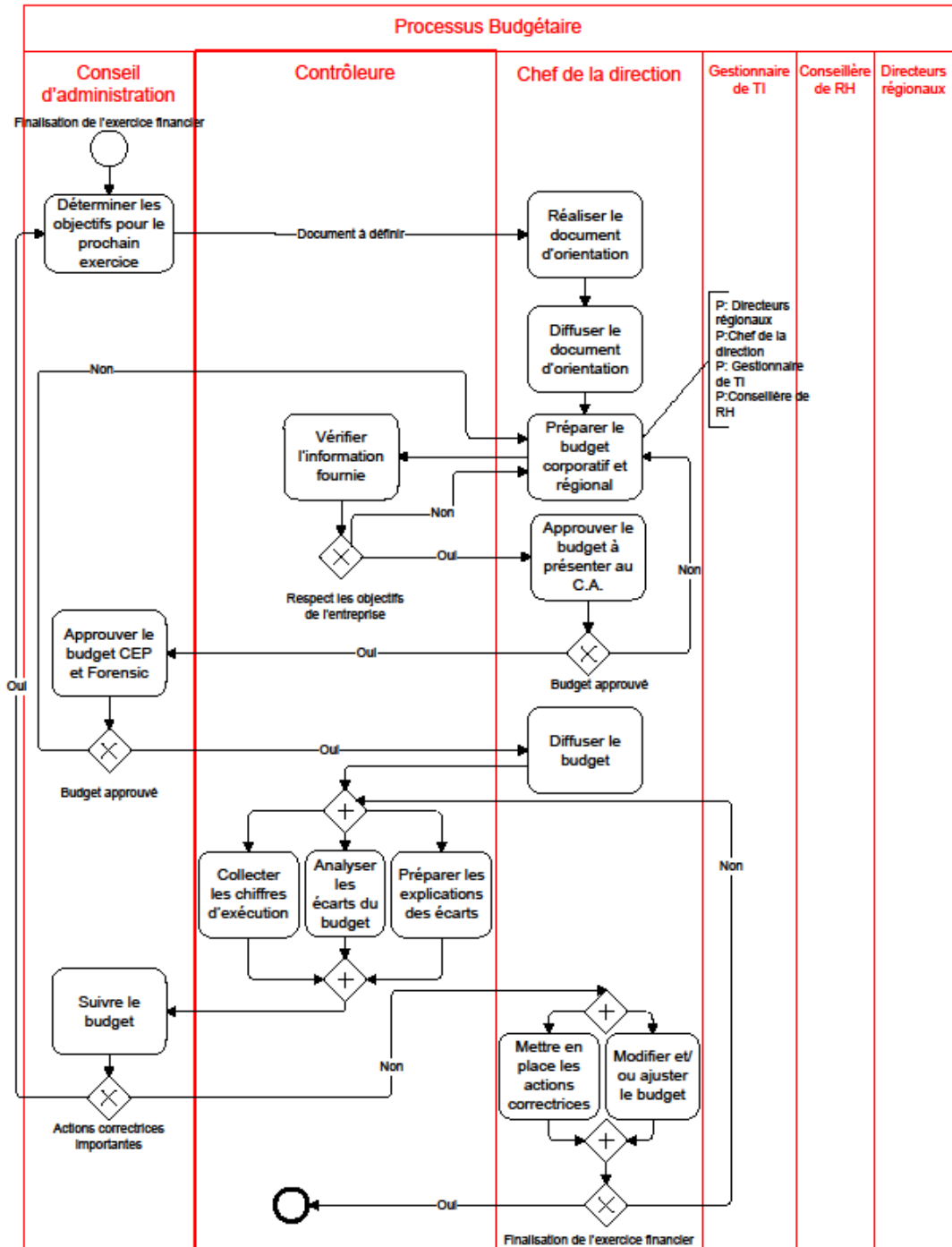
ANNEXE VIII

Notation Qualigramme Processus Budgétaire CEP



ANNEXE IX

Notation BPMN Processus Budgétaire CEP résultant de l'algorithme



LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Berger, C. & Guillard, S., *La rédaction graphique des procédures : démarche et techniques de description des processus*. Association Français de Normalisation, AFNOR, Paris, 2000
- [2] Stephen A White and Derek Miers, *BPMN Modeling and Reference Guide*, by Stephen A White and Derek Miers
- [3] T. R. Gruber. *A translation approach to portable ontologies*. Knowledge Acquisition, p: 199-220, 1993. <<http://tomgruber.org/writing/ontolingua-kaj-1993.htm>>.
- [4] Nicola Guarino, Formal Ontology and Information Systems, National Research Council, LADSEB-CNR, Padova, Italy, 6-8 June 1998
- [5] Barry Smith, *Draft version of chapter published in Luciano Floridi (ed.), Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information*, Oxford: Blackwell, 2003, 155-166.
- [6] Graciela Barchini, Margarita Alvarez, Susana Herrera et Melina Trejo, *El rol de las ontologías en los SI*, Facultad de Ciencias exactas y Tecnológicas. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina, 2007.
- [7] B. Smith and C. Wetly,- *Ontology: Towards a New Synthesis*. In *ACM Proceedings of FOIS*, 2001, pp. iii-ix.
- [8] Kaveh Bazargan, Gilles Falquet ; *Mémoire de DEA en Management et Technologies des Systèmes d'Information (MATIS)*, Groupe Interface des Systèmes d'Information (ISI) Centre Universitaire d'Informatique (CUI) Université de Genève; Suisse, Juin 2004
- [9] Peter Green and Michael Rosemann, *Integrated process modeling: an ontological evaluation*, University of Queensland, Department of Commerce, Ipswich 4035, Australia
2Queensland University of Technology, School of Information Systems, Brisbane 4001, Australia, April 2000.
- [10] Thomas R. Gruber, *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*, Stanford Knowledge Systems Laboratory Août 1993
- [11] Tarik BEN JILLALI, *Évaluation de la qualité du langage qualigram en utilisant le modèle de représentation BWW*, École de Technologie Supérieure-ETS Montréal , Décembre 2010.
- [12] Davenport, T.H. & Short, J.E. ,*The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign*, Sloan Management Review, 1990, pp. 11-27.

- [13] Malhotra, Yogesh., *Business Process Redesign: An Overview*, IEEE Engineering Management Review, Fall 1998, vol. 26, no. 3. (URL: <http://www.kmbook.com/bpr.htm>)
- [14] Jean-Noël Gillot., *La gestion de processus métiers*, 2006-2008
- [15] Philippe Dumas et Gilles Charbonnel., *La méthode OSSAD pour maîtriser les technologies de l'information*, 1990.
- [16] Gartner Group, *Delivering IT's Contribution: The 2005 CIO Agenda*, Gartner EXP Premier Reports, Gartner, Inc, Stamford, 2005.
- [17] Gartner Group, *Delivering IT's Contribution: The 2006 CIO Agenda*, Gartner EXP Premier Reports, Gartner, Inc, Stamford, 2006.
- [18] Paulo Ferreira, *Gestion de projets séance 5 - Projet d'amélioration continue HEC Montréal*, 2003.
- [19] P. Harmon and C. Wolf, *The State of Business Process Management 2010*, A BPTrends Report, 2010.
- [20] Jean Recker, Marta Indulska, Michael Rosemann et Peter Green., *Do process Modelling techniques Get better? A comprative Ontological analysis of BPMN*, Journal of the association for Information Systems 10(4)(2009)333-363.
- [21] Carlos Monsalve, Alain April, *Measuring software functional size from Business Process Models*, International Journal of software Engineering and Knowledge Engineering. 2011.
- [22] Genesereth, M. R., & Nilsson, *Logical Foundations of Artificial Intelligence*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers. N. J. (1987)
- [23] Shimon Even 1979, *Graph algoritms*, Cambridge Universite press, 32 Avenue of the Americas, New York, USA, 2005

BIBLIOGRAPHIE

- 1) Berger, C. & Guillard, S., La rédaction graphique des procédures : démarche et techniques des description des processus. Association Français de Normalisation, AFNOR, Paris, 2000
- 2) Stephen A White and Derek Miers, *BPMN Modeling and Reference Guide FUTURE Strategies INC. Lighthouse = Point, Florida, USA, 2010*
- 3) Shimon Even 1979, *Graph algorithms*, Cambridge University press, 32 Avenue of the Americas, New York, USA, 2005

