



INSTITUT
FRANCOPHONE
INTERNATIONAL

TRAVAIL PERSONNEL ENCADRE

RAPPORT FINAL

**UTILISER LES TECHNIQUES DE FOUILLES DE
PROCESSUS POUR TRAITER LES PLANS DE
COORDINATION TEXTUELS DANS LA GESTION
DES CRISES**

Rapport rédigé par : **MEDOU Daniel Magloire**

Sous la supervision de :

Encadrant local : **Dr. HO TUONG VINH**

Encadrant extérieur : **Dr. NGUYEN TUAN THANH LE,**
USTH Hanoi.

Année académique : 2017 - 2018.

Table des matières

Introduction	1
1 Partie théorique	3
1.1 Les concepts de base du Process Mining	3
1.1.1 Process Mining	3
1.1.2 La plan textuel	3
1.1.3 Journal d'événement	4
1.1.4 Business Process Management (BPM)	4
1.1.5 Les modèles de processus	4
1.1.6 Les types de modèles de processus	4
1.2 État de l'art	5
1.2.1 État de l'art du sujet	5
1.2.2 Coordination des activités des organisations pendant le crise	6
1.2.3 État de l'art de la technique d'extraction des modèles	7
1.3 Outils et algorithmes à utiliser	7
1.3.1 Algorithmes de fouille de processus	7
1.3.2 Outils utilisés	8
2 Partie pratique	9
2.1 Solution proposée	9
2.2 Extrait du plan textuel en étude	11
2.2.1 Présentation du cycle de vie d'une crise	11
2.2.2 Présentation de l'architecture de découverte de modèles de processus	11
2.3 Modélisation du plan de coordination	12

2.3.1	Plan de coordination textuel	12
2.3.2	Identification des tâches et des acteurs correspondants	14
2.3.3	Représentation des rôles et des unités organisationnelles en BPMN .	14
2.4	Extrait d'un journal d'évènement	20
2.5	Analyse et Simulation	21
2.5.1	Analyse	21
2.5.2	Simulation	23
Conclusion		25

Table des figures

2.1	Principales caractéristiques des notations de modélisation de processus dans le but de découverte de processus	10
2.2	Cycle de vie d'une crise	11
2.3	Architecture de découverte de modèles de processus	12
2.4	Extrait du tableau des tâches et acteurs	14
2.5	Extrait du tableau des tâches et acteurs	15
2.6	Étape de validation du BPMN via Bizagi	16
2.7	Extrait de la validation du processus du BPMN	16
2.8	Extrait de la validation du temps de simulation	17
2.9	Extrait de la validation de la ressource humaine	18
2.10	Quantité de ressource impliquée dans l'exercice	18
2.11	Quantité de ressource affectée à chaque tâche et par scénario	19
2.12	Journal d'événement en mode graphique	20
2.13	Extrait du journal d'événements	21
2.14	Comparaison en pourcentage des ressources utilisées dans deux scénarios .	22
2.15	Graphe d'utilisation des ressources humaines correspondant au de scénarios	23
2.16	Graphe de rôle de réseau social du plan de réponse au tsunami	24

Liste des sigles et acronymes

BPM	<i>Business Process Modeling</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i>
YAWL	Yet Another Workflow Language
EPCs	<i>Event-Driven Process Chains</i>

Introduction

Le Process Mining connu sous l'appellation française « Fouille des processus » est une discipline jeune et qui, aujourd'hui donne une tendance très satisfaisante dans la gestion des processus liés aux différents systèmes d'informations. Plusieurs événements étant cependant enregistrés par des systèmes d'informations dans des organisations et, ces derniers trouvant du mal à extraire de la valeur à ces données font appel à la fouille des processus (Process Mining). Selon le père du Process Mining, j'ai nommé **Van Der Aalst**, l'objectif du Process Mining est de découvrir, surveiller et améliorer les processus réels en extrayant la connaissance des journaux d'événements facilement disponible dans les systèmes d'information. Face à cette précision, notre cas d'étude consiste à partir d'un plan de coordination textuel de gestion de crise (les catastrophes naturelles telles que les tsunamis, les tremblements de terre, les typhons, etc.), modéliser ce plan dans la représentation d'un processus, extraire à partir de ce modèle un journal d'événements et enfin générer les modèles de processus. De nos jours, les gouvernements sont confrontés à un nombre croissant de crises, souvent constituées de nouvelles menaces. Ces derniers, sont tous à l'avant-garde des efforts visant à gérer ces événements perturbateurs et la confiance des citoyens dans le gouvernement est directement affectée par la rapidité avec laquelle leurs gouvernements réagissent en situation de crise. Les complexités des crises modernes nécessitent souvent la participation de nombreux acteurs, au-delà des services d'urgence et, cela exige une coordination efficace pour un résultat positif. Le besoin de coordination soulève également d'importants défis de la gouvernance publique, car les fonctions de gestion de crise sont souvent exercées au niveau national, mais coordonnées dans les centres des gouvernements. La capacité de coordonner la gestion des crises est un élément fondamental de la bonne gouvernance car, elle mesure la capacité des gouvernements de fournir les réponses appropriées au bon moment, afin de protéger et de sauver leurs citoyens et entreprises et d'atténuer l'impact des catastrophes. S'assurer que les autorités nationales ont les bons outils et le cadre institutionnel pour une action coordonnée est essentiel. Dans l'optique d'y apporter une solution efficace au traitement des plans de coordination textuel dans la gestion de crise, nous proposons dans le cadre de notre TPE (Travail Personnel Encadré) d'expérimenter deux modèles de processus à savoir le BPMN (Business Process Modeling Notation) et le Pétri Nets. Le présent rapport qui résume l'ensemble de nos travaux est divisé en deux grandes parties qui font suite à l'introduction : la partie théorique et la

partie pratique. Dans la première partie qui est bien celle théorique, il sera question pour nous de présenter les concepts de base du Process Mining, un état de l'art des modèles à expérimenter dans le cadre du TPE, une étude comparative de ces modèles, les outils et algorithmes à utiliser. La deuxième partie correspondante à celle pratique, nous allons présenter l'extrait de notre plan textuel, le modèle BPMN du plan modélisé à partir d'un outil de modélisation au choix, l'extrait d'un journal d'évènement et les composants d'un journal d'évènement à partir du modèle BPMN, Vérifier la Conformance du modèle BPMN à partir du journal d'évènement et l'analyse des résultats. Associé à ces deux grandes parties explicitées, une conclusion et bien évidemment des perspectives pour susciter la fin des travaux du TPE.

Chapitre 1

Partie théorique

1.1 Les concepts de base du Process Mining

Le domaine du process mining est fait d'un nombre important de concepts ou de notion. Dans le cas de notre étude, nous allons plus nous appuyer sur ceux des concepts qui ont une relation étroite avec le sujet faisant l'objet de notre TPE.

1.1.1 Process Mining

A titre de rappel, le **Process Mining** est une technique permettant l'extraction des information à partir des journaux d'évènements. Cette technique qui est aujourd'hui est une discipline relativement jeune qui se situe entre l'apprentissage automatique et l'exploration de données d'une part et la modélisation et l'analyse des processus d'autre part. L'idée étant d'apprendre comment obtenir à partir des plans de résolution ou de gestion de crise des journaux d'évènements (Event Logs), comment extraire à partir d'un journal d'évènements les processus afin de pouvoir analyser les relations existantes entre les acteurs. Il est cependant important de mentionner que les techniques d'extraction de processus extraient les connaissances des journaux d'évènements afin de **découvrir, surveiller et améliorer les processus**

1.1.2 La plan textuel

Un **plan textuel** dans la gestion de crise cas des catastrophes naturelles n'est rien d'autre qu'un document textuel dans lequel est mentionné tous les acteurs ou potentiels acteurs devant être impliqué pour la gestion d'une crise. Dans ledit document qui est énuméré sans un ordre précis les différentes tâches que devraient accomplir ces acteurs pour mener à bien le processus de gestion de la crise.

1.1.3 Journal d'événement

Journal d'événement sont les points de départ de l'extraction des processus. Chaque événement se référant à une activité bien définie et est lié à un cas bien particulier. Ces derniers permettent de stocker les informations dites supplémentaires telles que **les ressources** (la personne ou l'appareil) exécutant ou initiant l'activité et les horodatages de ces événements. Les journaux d'événement peuvent être utilisés dans le but d'effectuer trois (03) types d'extraction de processus.

- **La découverte**, nous partons d'un journal pour découvrir un modèle de processus.
- **La conformité** ici, nous faisons le chemin inverse pour s'assurer le modèle de processus est conforme au journal d'événement du même processus.
- **L'amélioration** ici, il est question d'étendre ou d'améliorer un modèle existant. C'est le cas de l'horodatage dans le journal d'événement qui, peut étendre le modèle afficher les goulots d'étranglement, les niveaux de services et certains autres détails.

1.1.4 Business Process Management (BPM)

BPM dans [1], est défini comme étant une discipline qui combine les connaissances de la technologie de l'information et des connaissances des sciences de la gestion et l'applique à des processus opérationnels [93, 127].

1.1.5 Les modèles de processus

Les modèles de processus dans [1], jouent un rôle important dans les organisations de grande taille et ceci est observable lors de la refonte des processus ou de l'introduction de nouveaux systèmes d'informations. L'auteur précise dans son document que les modèles de processus sont utilisés pour diverses raisons. De ce qui précède, il existe deux types de modèles à savoir ; **les modèles formels et les modèles informels**. Notre étude est catégorisée dans le type formel (aussi appelés modèles "exécutables"). Les modèles informels sont utilisés pour la discussion et la documentation tandis que les modèles formels sont utilisés pour l'analyse ou la mise en œuvre (c'est-à-dire l'exécution réelle du processus).

1.1.6 Les types de modèles de processus

Wil M.P. van der Aalst dans [1] de la page [29, 50], nous présente quelques modèles de processus. Et chaque type sera illustré par un graphe pris à titre d'exemple dans le livre ceci ayant pour but de montrer comment est ce que les différents processus sont graphiquement représentés.

- **Système de transition** : C'est la plus simple des notations des processus et ce dernier est composé des états qui sont représentés par des cercles de couleur noir.
- **Réseaux de Pétri** : ils sont définis comme étant un graphe bipartite composé de lieux et de transitions et sont aussi considérés comme étant le langage de modélisation le plus ancien et le mieux étudié qui permet la modélisation de la concurrence. Ils sont exécutables et de nombreuses techniques d'analyse peuvent être utilisées pour les analyser.
- **Réseaux de Workflow** : Réseaux de Workflow sont considéré comme étant une représentation naturelle pour l'extraction de processus.
- **YAWL "Yet Another Workflow Language"** : Selon [1], dans la page 40, YAWL est à la fois un langage de modélisation du flux de travail et un système de workflow opensource. l'auteur dans sa description précise que le but de YAWL est d'offrir un support direct à de nombreux modèles tout en maintenant la langue simple. Il peut être considéré comme une implémentation de référence des modèles de workflow les plus importants en plus, YAWL est actuellement l'un des systèmes de workflow open-source les plus utilisés.
- **BPMN "Business Process Modeling Notation"** : Le BPMN, est devenu l'un des langages de modélisation des processus métier les plus utilisés. Ce dernier a déjà été standardisé par l'OMG [2]
- **EPCs "Event-Driven Process Chain"** : C'est une notation classique utilisée pour modéliser les processus commerciaux. Dans [1], page 44, l'auteur précise que , les EPCs couvrent un sous-ensemble limité de BPMN et YAWL tout en utilisant une notation graphique dédiée.
- **Réseaux Causaux (Causal Nets)** :Un réseau causal est de pirme à bord définit comme étant un graphe où les nœuds sont des activités et les arcs sont des dépendances causales. Chaque activité possède un ensemble de liaisons d'entrée possibles et un ensemble de liaisons de sortie possibles [1].

1.2 État de l'art

Dans cette partie, il est nécessaire pour nous de la présenter en deux parties à savoir "un état de l'art lié au sujet soumis à notre étude, la coordination des activité, le processus d'extraction des modèles et un état de l'art pour les modèles de processus à expérimenter".

1.2.1 État de l'art du sujet

Dans [3], un cadre général nous apprend déjà comment gérer une crise avant, pendant et après cette dernière. Cette étude bien détaillée nous donne toutes les directives et toutes les approches à utiliser pour prévenir et agir en cas de catastrophe naturelle ou bien causée

par des êtres humains. L'étude générale théorique a été appliquée dans un cas bien précis qu'est « Ho Chi Minh City Tsunami ». L'auteur dans son travail bien élaboré nous présente le plan de coordination dans un format textuel. Dans ce dernier, se trouve tous les acteurs impliqués dans la gestion de cette crise avant, pendant et après la catastrophe. Il part du plan textuel, recense tous les acteurs et leur rôle partant de l'entité qui détecte le risque de catastrophe (Tsunami) jusqu'à celle qui est responsable de faire le bilan de la fin de crise. Cette activité se faisant jusqu'ici de façon manuelle. L'auteur dans sa démarche de techniques d'extraction de processus, utilise trois modèles à des objectifs différents ce qui nous confirme que chaque modèle dans une étude de cas a un rôle bien précis et l'utilisation dépend du type d'étude. Dans [3], le modèle ou la technologie « Workflow » est utilisé pour sa capacité à représenter pertinemment le plan de résolution de crise car ce dernier intègre le plan d'urgence comme tel [4]. Ce modèle, nous permet une transformation en modèle « YAWL » qui à son tour nous permettra de procéder à une simulation comme cela devrait se passer en situation réelle.

1.2.2 Coordination des activités des organisations pendant la crise

Pour la plupart du temps, les plans de résolution des crises se présentent toujours en format textuel définissant les acteurs impliqués, leurs rôles et des recommandations pour leurs coordinations dans les différentes étapes du cycle de vie de crise. Ceci étant, nous allons dans cette partie présenter les différents types de coordination que nous pouvons avoir lors de la gestion de crise. Nous avons dans [1], la coordination basée sur les processus, la coordination fondée sur les artefacts, la coordination fondée sur les règles et leurs combinaisons et la coordination basée sur les personnes de différentes organisations.

- La coordination basée sur les processus est utilisée pour simplifier les relations entre les activités tout en indiquant leur flux de contrôle.
- La coordination fondée sur les artefacts quant à elle, peut être comparée aux activités médiatisées.
- La coordination fondée sur les règles est utilisée pour définir implicitement les relations entre les activités comme un ensemble de règles qui devraient être combinées de plusieurs façons.
- La coordination par des personnes de différentes organisations quant à elle met en relation directe les différentes parties ou entités appelées à la gestion de la crise.

Toutes ces approches sont limitées en ce qui concerne la coordination des activités en temps de gestion de crise. Nous faisons recours à l'extraction des processus à partir des journaux d'événement obtenus via les plans textuels de coordination manuellement manipulés par les gestionnaires de crise.

1.2.3 État de l'art de la technique d'extraction des modèles

Dans le cadre de ce travail, nous allons étudier les techniques d'extraction des processus à partir de ces plans textuels qui, sont transformés en journaux d'événements (event logs en anglais) [2] et ces derniers nous permettant d'extraire des modèles de processus [1] (Transition System, Petri Nets, WorkFlow Nets, YAWL, Business Process Modeling Notation, Event-Driven Process Chains and Causal Nets) qui nous permettrons d'effectuer les simulations, les analyses et les interprétations en temps réel pour une meilleure coordination et communication qui doivent être menées par plusieurs acteurs tels que : le service des urgences, la police, les forces militaires, les pompiers, la croix rouge, les organismes d'aide humanitaire, l'administration et bien d'autres pour la prise de bonne décision coopérative en cas de crise. Le document [1], nous montre comment à partir d'un journal d'événements, les étapes à couvrir pour obtenir un modèle de processus. Les éléments permettant de mettre en place un journal d'événements sont extraits de façon manuellement à partir d'un plan à format textuel. Des ces éléments, une modélisation de ceux-ci est faite via un outil de modélisation comme "Bizagi Modeler" et de ce modèle, nous pouvons générer automatiquement un "journal d'événement". Le modèle de processus par contre est obtenu de manière automatique via le journal d'événement et ceci à partir d'un logiciel qui prend en entrée un fichier (journal d'événement) de format XES (eXtensible Event Stream) ou MXML (Mining eXtensible Markup Language) qui sont des formats types pour stocker les journaux d'événements. Pour extraire un modèle de processus quelconque parmi ceux cités, nous avons plusieurs outils ou logiciels nous permettant de le faire automatiquement : ProM, PMLAB et Apromore qui sont open source et ensuite Disco, ARIS, QPR Process Analyser, LANA...etc, sont des logiciels commerciaux. Dans le cadre de ce projet nous allons utiliser ProM pour l'extraire les modèles.

1.3 Outils et algorithmes à utiliser

1.3.1 Algorithmes de fouille de processus

Plusieurs algorithmes de fouille de processus existent dans le domaine tout en rappelant que la fouille de processus bien entendu process mining et une nouvelle technique de recherche de processus que nous pouvons situer entre l'intelligence computationnelle et la fouille de données (data mining) d'une part, et la modélisation et l'analyse de processus d'autre part. Le but étant de découvrir les modèles de processus via les données du journal des événements. Pour ce faire, une pléthore d'algorithmes a été proposée sans support validé nous permettant de pouvoir évaluer et même comparer les algorithmes de fouille de processus. Ce qui implique la difficulté sur le choix à apporter sur un algorithme de fouille de processus compatible à un domaine applicatif quelconque. [5], nous propose une solution

pour évaluer et comparer efficacement ces algorithmes de fouille de processus. L’auteur de l’article nous présente trois types d’algorithmes qui sont :

- Heuristic miner
- Genetic miner
- Fuzzy miner

En donné que nous allons dans notre projet utiliser l’outil ProM pour l’extraction de processus, nous ajoutons à ceux des algorithmes ci-dessus, ceux les plus utilisés dans le domaine du process mining à savoir

- alpha algorithm
- alpha++ algorithm

1.3.2 Outils utilisés

Les outils qui nous serviront pour la réalisation de ce travail sont entre autre :

- Bizagi Modeler 3.1.0.039
- Bonita Studio Community 7.6.0
- ProM 6.6

Le choix de ces outils est lié à plusieurs critères. Celui de **ProM 6.6** est basé sur plusieurs raisons comme nous le présent le document [6], l’auteur W. VAN DER AALST, qui est l’un des pères fondateur de Process Mining mentionne que l’outil prend en charge des dizaines d’algorithmes de découverte de processus différents. L’outil est sans concurrent ce qui veut dire que, aucun autre outil n’offre un tel ensemble comparable d’algorithmes d’extraction de processus. En plus seul ProM fourni un support complet pour la vérification de la conformité et même les outils commerciaux disponible ne le fournissent pas. En outre, il existe un large éventail d’outils de recherche open-source et commerciaux disponibles dans le domaine du Process Mining. Nous avons choisis de travailler avec les deux car ils sont open-source, puissant, multi plate-forme et performant que leur concurrents. Ils sont constitués tout d’un grand nombre de fonctionnalités nous permettant par exemple de générer d’autres modèles à partir des autres algorithmes. Quant à **Bizagi Modeler**, c’est aussi un outil OpenSource, il nous permet tout d’abord de modéliser tous les éléments extraits de façon manuelle du plan textuel de coordination en modèle **BPMN** qui est, constitué de l’ensemble des acteurs impliqués dans la crise et des tâches à réaliser. Cet outil a été choisi. **Bonita Studio Community**, outil OpenSource nous a été utile pour générer le journal d’événements à partir du diagramme BPMN modélisé avec Bizagi Modeler.

Chapitre 2

Partie pratique

2.1 Solution proposée

A titre de rappel, nous avons pour objectif d'étudier les techniques de fouille de processus pour traiter les plans de coordinations textuels dans la gestion de crise. Il est question pour nous après cette étude de pouvoir mettre en place un plan de coordination informatisé et dynamique faisant ressortir tous les acteurs impliqués dans le processus de gestion de la crise c'est-à-dire pendant et après la crise. Pour ce faire, nous proposons, de partir d'un plan de coordination textuel de gestion de crise (de tremblement de terre ou d'un tsunami) élaboré pour un pays quelconque, prélever de ce dernier des informations (acteurs et leurs tâches ou rôles) nécessaires pour mettre en place un journal d'événements (Event Log). Ce journal d'événements nous permettra extraire nos différents modèles de processus ceci par le biais des algorithmes de découvertes de processus. Nous pourrions le faire en Play-in c'est-à-dire partir d'un journal d'événements pour obtenir un modèle et Play-out c'est-à-dire partir d'un modèle de processus, nous pouvons générer le même journal d'événement. A partir de ces modèles de processus, nous ferons des simulations pour voir comment est-ce-que tous acteurs impliqués dans la chaîne interagiront lors de la situation réelle de crise. Dans le domaine du Process Mining, [2] nous présente dans la page 29 les modèles de processus existant. Mais pour ce qui est de notre TPE, nous exploiteront deux seulement à savoir le BPMN (Business Process Modeling Notation) et le YAWL (Yet Another Workflow Language). Il est à noter que, mettre en place de bons modèles n'est en rien une tâche facile mais, cela est d'une importance capitale. La construction de meilleurs modèles en moins de temps est liée à l'extraction des processus. Ceci est possible grâce aux algorithmes de découverte de processus comme l'algorithme alpha par exemple parmi tant d'autres qui génère automatiquement un modèle de processus. Le choix des deux modèles repose sur plusieurs critères. YAWL est à la fois un langage de modélisation de flux et un système de workflow Open-source le plus utilisé [7]. Ces modèles couvrent toutes les perspectives de workflow, c'est-à-dire des modèles de contrôle-flux, des modèles de données, des profils

de ressources, des modèles de changement, des schémas d'exception, etc. Le but de YAWL est d'offrir un support direct à de nombreux modèles tout en maintenant la langue simple. Il peut être considéré comme une implémentation de référence des modèles de workflow les plus importants. Le Business Process Modeling Notation (BPMN) est devenue l'une des langues les plus utilisées pour modéliser les processus. BPMN est soutenu par de nombreux fournisseurs d'outils et a été standardisé par Object Management Group (OMG) [2]. BPMN est aussi un langage open-source et peut être généré à partir du YAWL. L'objectif de BPMN est de soutenir la gestion des processus, tant pour les utilisateurs techniques que pour les utilisateurs professionnels, mais capable de représenter une sémantique de processus complexe. Cette approche pragmatique que présente [8] est basée sur une évaluation de certaines caractéristiques clés des notations de modélisation de processus aux fins de la découverte de processus, comme il est indiqué dans le tableau ci-dessous.

Modeling Notation	Ease of Interpretation	Suitability Rep. Bias Proc. Disc.	Popularity (Modeling)	Popularity (Mining)
Petri net	●●○○○	●●○○○	●○○○○	●●●●○
Heuristic net	●●○○○	●●●●○	○○○○○	●●●●●
Fuzzy model	●●●●○	●●●●○	○○○○○	●●●●●
Causal net	●○○○○	●●●●●	○○○○○	●●○○○
EPC	●●●●○	●○○○○	●●●●○	●●○○○
BPMN	●●●●●	●●○○○	●●●●●	○○○○○

FIGURE 2.1 – Principales caractéristiques des notations de modélisation de processus dans le but de découverte de processus

Pour évaluer ou valider nos modèles, l'extraction des processus (Process Mining) ne se limite pas à la découverte, mais offre également des techniques de vérification et d'amélioration de la conformité. Pour appliquer les méthodes de relecture existantes, ce qui nous permettra d'obtenir des informations détaillées sur la conformité et le rendement, le modèle BPMN initial devrait d'abord être converti en un format acceptable et lisible par l'outil ProM comme par exemple le format XES (eXtensible Event Stream) format type pour stocker les journaux d'événements, ou même converti en réseau Pétri, réseaux heuristiques, réseaux causaux, ... etc. [9].

2.2 Extrait du plan textuel en étude

2.2.1 Présentation du cycle de vie d'une crise

Dans le document [3], Pages 3, 4 et 5 nous avons la représentation du cycle de vie d'une crise qui est illustré comme sur le schéma ci-dessous.

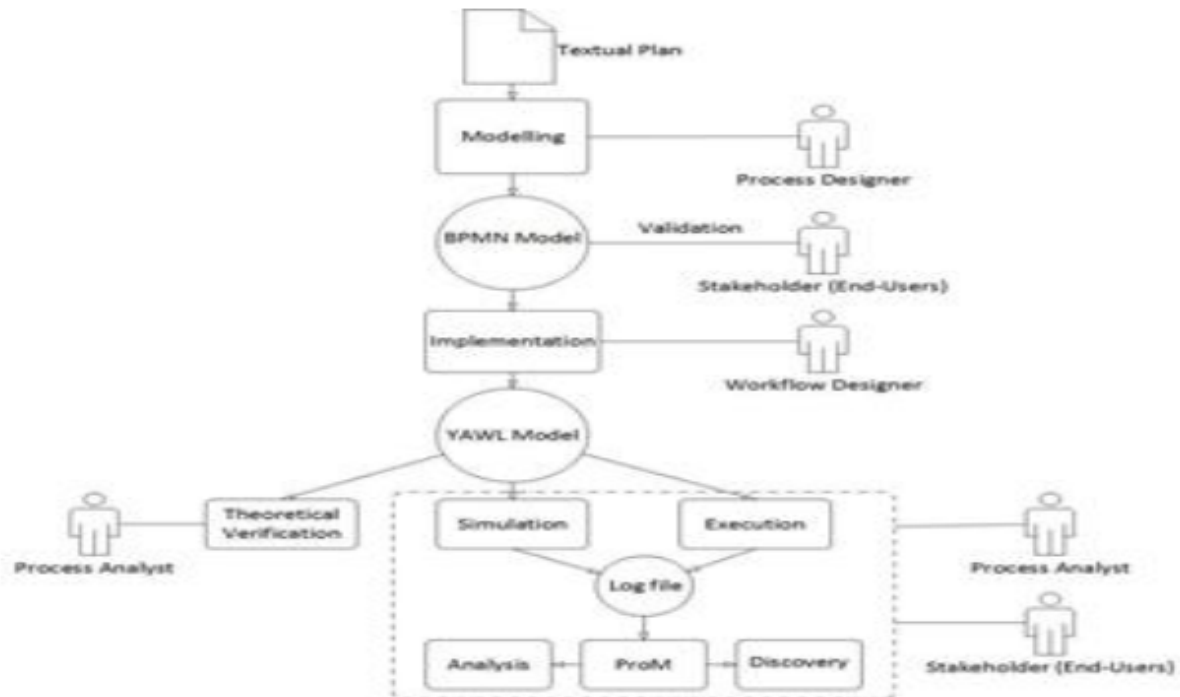


FIGURE 2.2 – Cycle de vie d'une crise

2.2.2 Présentation de l'architecture de découverte de modèles de processus

Dans le cadre de la découverte des modèles de processus, une architecture a été mise en place par **Wil M.P. van der Aalst** dans [1], page 9. Cette dernière nous donne les étapes pour aboutir à l'extraction des modèles de processus. Tout part dans notre cas d'étude du plan textuel de coordination de la crise où tout est défini de façon textuelle. Dans ce plan, nous allons manuellement extraire tous les acteurs (Une ressource qui peut être un participant, un acteur, un utilisateur, un agent, un organisme, etc... pouvant exécuter une tâche.) ainsi que leurs différentes tâches selon l'ordre chronologique. Grâce à ces éléments et via l'outil Bizagi Modeler, nous mettons en place un diagramme BPMN montrant avec

exactitude des relations entre les acteurs et leurs tâches. Cette modélisation est représentée dans la section suivante.

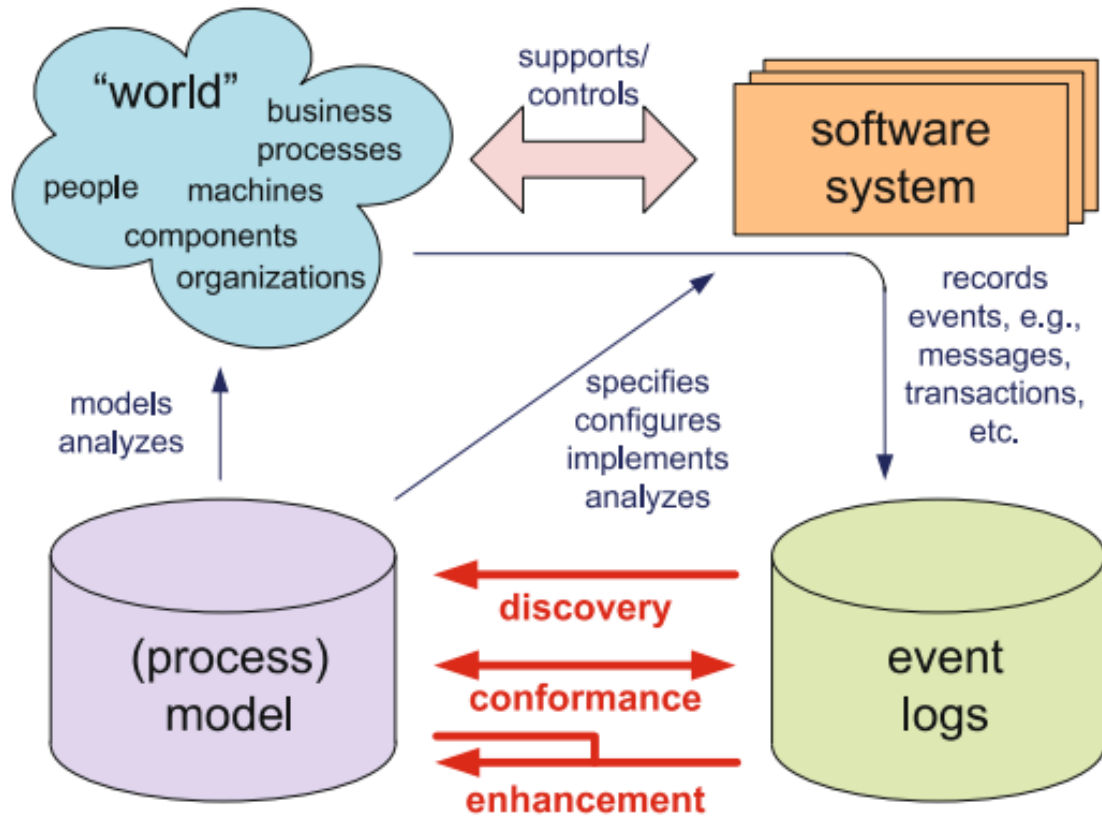


FIGURE 2.3 – Architecture de découverte de modèles de processus

2.3 Modélisation du plan de coordination

PLAN DE SAUVETAGE TEXTUEL DE L'EXERCICE DU TREMBLEMENT DE TERRE OU TSUNAMI "CASCADIA RISING"

2.3.1 Plan de coordination textuel

Un fois que le signal du risque d'un tremblement de terre ou le tsunami qui est possible de toucher le pacifique Nord-Ouest est détecté (T1) par le Conseil d'Aide aux Catastrophes (O1), il informe (T2) automatiquement le gouvernement des États-Unis (O2) de la date

de début de cette catastrophe et l'estimation de l'échelle de cette dernière. Tout en précisant la situation géographique exacte où se produira cette dernière. Ceci dans le but de préparer toutes les parties prenantes à répondre de façon favorable à la catastrophe afin de minimiser les pertes de vie, préparer les stocks alimentaires, les camps de recasement des victimes, etc. Après avoir reçu l'avertissement du tremblement de terre ou du tsunami (T3), le gouvernement des États-Unis (O2) mobilise (T4) tout le nécessaire (force, matériel et installation, etc) afin d'effectuer la recherche et la sauvetage pour minimiser les dégâts. Les gestionnaires d'intervention d'urgence (O3) dirigeront les évacuations des victimes (T5) par le concours des militaires étatiques, locaux des États-Unis (O4), (T5'), la santé publique (O5), (T5'), et la croix-rouge (O6), (T5'). Les militaires locaux (O4) à l'aide des hauts-parleurs vont sillonner tous les quartiers et les rues de la zone ciblée avant le début de la catastrophe pour informer aux citoyens (T6) de la menace qui se pointe à l'horizon. Sous l'ordre et la direction des militaires (O4), les populations convergent vers des zones non ciblées dites de hautes terres. Pendant ce temps, les opérateurs radios (O7) communiquent et rapportent (T7) l'ampleur de la catastrophe aux gestionnaires d'interventions d'urgence (O3) afin de ne pas perdre de temps pour sauver des vies. Les opérateurs de radios (O7) informent aussi la communauté étrangère (T8) du risque qui s'approche. Les militaires du pacifique du Nord-Ouest (O4) en charge d'évacuer les populations côtières (T9) vers les hautes terres. Pendant cette phase d'évacuation assurée par Les gestionnaires d'intervention d'urgence (O3), les militaires (O4), La santé publique (O5) et la croix-rouge (O6) mobilisent les médecins (T10) (T10') pour venir en aide à l'hôpital Providence St. Peter (O8) afin d'administrer les premiers soins (T11) (T11') aux victimes blessées. Ces médecins doivent appeler les ambulances (T12) afin de transférer tous les blessés à l'hôpital (O8). Une fois que la zone où se produira la catastrophe est détectée, les gestionnaires d'intervention d'urgence (O3) informent (T13) les travaux publics (O9) afin de créer les routes (T14) hors de la zone ciblée qui permettront aux voitures militaires et ambulance de répondre favorablement à tous les appels. La garde nationale de l'État de Washington (O10) assure la liaison aérienne et maritime pour le ravitaillement (T15) de tout aide venant de l'extérieur. Elle s'occupe aussi à l'évacuation des victimes (T16) se trouvant dans des zones inaccessible par les voitures. Une fois le tremblement de terre ou le tsunami terminé, le conseil d'aide aux catastrophes (O1) informe (T17) le gouvernement des États-Unis (O2). Aussitôt la note est reçue (T18), le gouvernement (O2) siège (T19) avec les gestionnaires d'urgence (O3) pour faire le bilan de la catastrophe ainsi donner la réponse aux conséquences. Pendant ce temps (Meanwhile) Les militaires (O4) et les gestionnaires d'intervention d'urgence (O3) coordonnent leurs activités pour identifier les dégâts (T20) (T20') causés par la catastrophe naturelle qui vient de prendre fin. Les bâtiments effondrés, victimes mortes/blessées, les ponts effondrés, les routes détruites, etc. La garde nationale (O10) recherche les victimes en mer (T21). Les militaires locaux (O4) assurent l'ordre et la sécurité (T22). Les services sociaux (O11) fournissent un logement temporaire (T23) aux sans abris. La croix-rouge (O6) soutient le service de la santé publique (O5) et l'aide à la

prévention des maladies (T24) dans des zones touchées. Pour identifier les victimes anonymes de la catastrophe, le service de la santé publique(O5) vérifie les échantillons d'ADN des victimes (T25) anonymes avec ceux des potentiels membres qui se déclarent de leur famille afin de leur attribuer une quelconque dépouille. Étant donné que les bâtiments vont très sûrement s'effondrer, le système de rénovation de la communication est proposé (26) par les opérateurs radio et télévision (07) du pays. Les travaux publics (05) soumettent leur proposition sur le plan de reconstruction(T27) des routes, ponts et édifices publics détruits pendant la catastrophe. La fin de la réponse à la catastrophe est donnée (T28) par le gouvernement (O2) lorsque toutes les parties prenantes ont déposé leur rapport.

2.3.2 Identification des tâches et des acteurs correspondants

Tâches	Organisations (Acteurs)
T1: Détecter signal du risque de catastrophe	O1: Conseil d'Aide aux Catastrophes
T2: Informer l'émission de la catastrophe	O1: Conseil d'Aide aux Catastrophes
T3: Recevoir un avertissement de catastrophe	O2: Gouvernement des Etats-Unis
T4: Mobiliser le nécessaire	O2: Gouvernement des Etats-Unis
T5: Diriger les évacuations des victimes	O3: Gestionnaires d'Intervention d'Urgence
T5': Aider à évacuer les victimes	O4: Militaires
T5'': Aider à évacuer les victimes	O5: Santé Publique
T5''': Aider à évacuer les victimes	O6: Croix-Rouge
T6: Informer les citoyens à se déplacer vers les hautes terres	O4: Militaires Locaux
T7: Communiquer la catastrophe	O7: Opérateurs Radios
T8: informer la communauté étrangère	O7: Opérateurs Radios
T9: Évacuer les populations côtières	O4: Militaires Pacifique du Nord-Ouest

FIGURE 2.4 – Extrait du tableau des tâches et acteurs

2.3.3 Représentation des rôles et des unités organisationnelles en BPMN

Le BPMN ci-dessous, pour qu'il soit pris en compte, plusieurs étapes doivent être vérifiées et puis validées ce avant de passer à l'étape suivant qui consiste à générer le

journal d'événements. L'objectif ici est de Vérifier si les processus du diagramme sont correctes et cette vérification se fait par simulation via Bizagi.

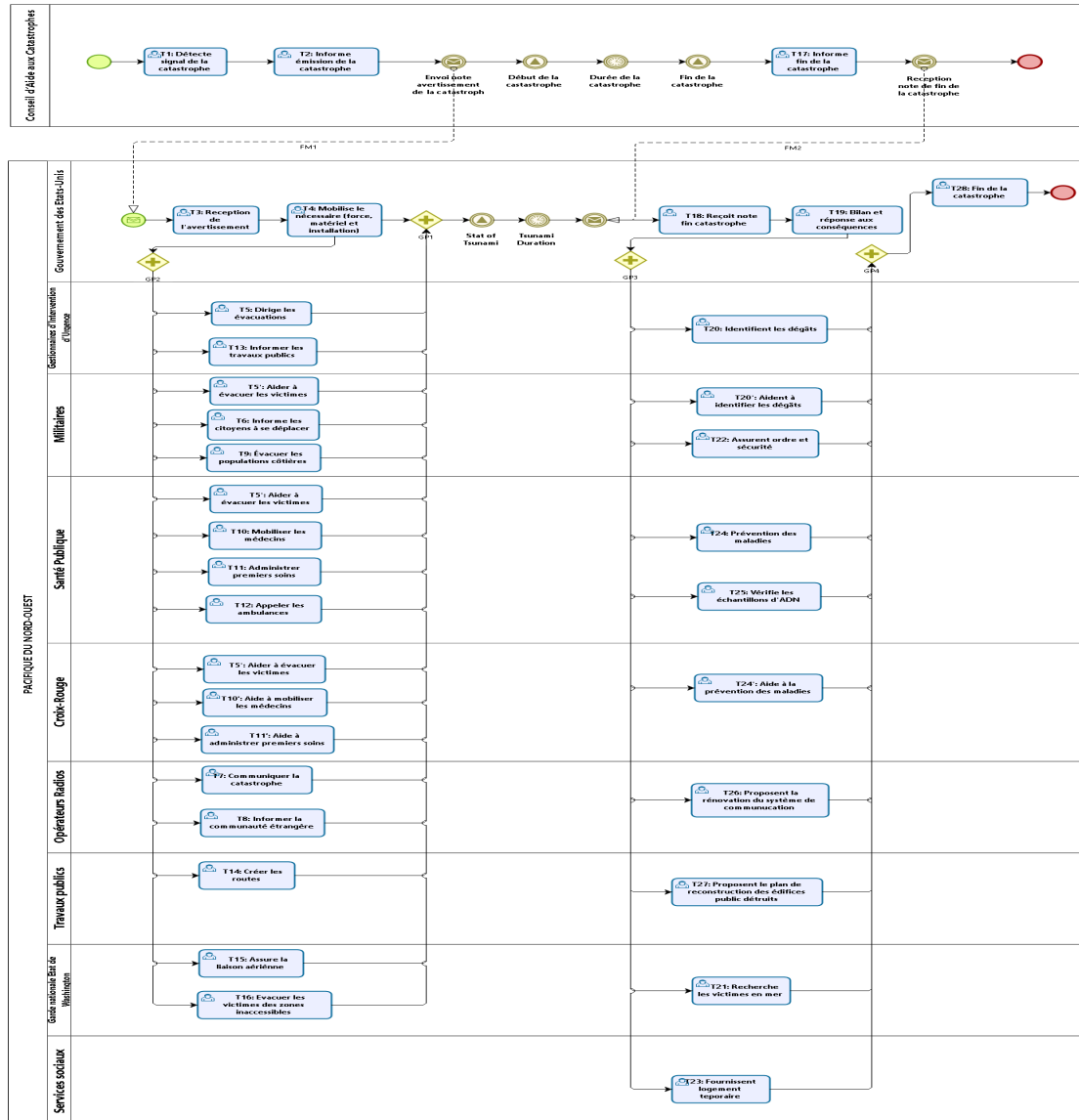


FIGURE 2.5 – Extrait du tableau des tâches et acteurs

Du modèle représenté ci-dessus, onze organisations interviennent dans le processus via leurs différentes tâches en interaction. Dans notre modèle, les tâches sont représentées en forme de rectangle au coins arrondis et la coordination des tâches de notre modèle est faite grâce aux différentes structures de contrôles que nous offre l'outil Bizagi Modeler.

Nous avons entre autres structure ; parallélisme (diamant y compris "+") ou alternatives (diamant avec "X") et séquence (flèche).

Les étapes de validation du BPMN sont les suivantes :

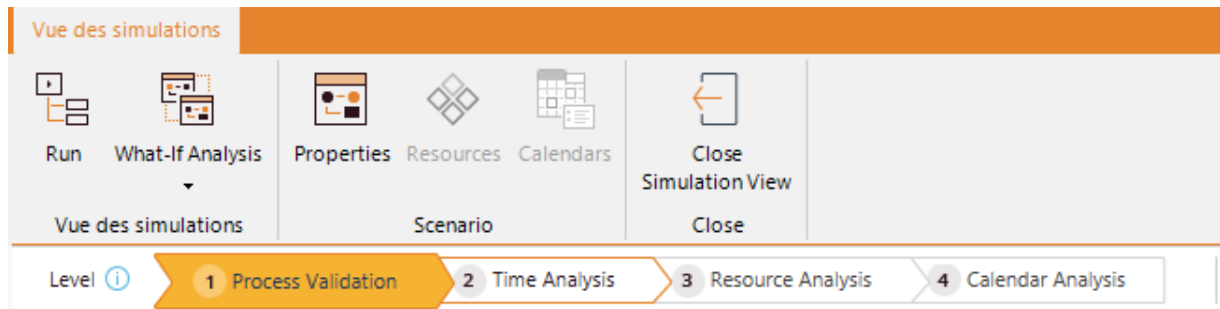


FIGURE 2.6 – Étape de validation du BPMN via Bizagi

1. Validation du processus BPMN

Ici, il est question de se rassurer que le temps mis au début de la simulation est le même à la fin de la simulation comme le montre l'image ci-dessous. C'est en quelque sorte le temps complet que doit mettre un scénario.

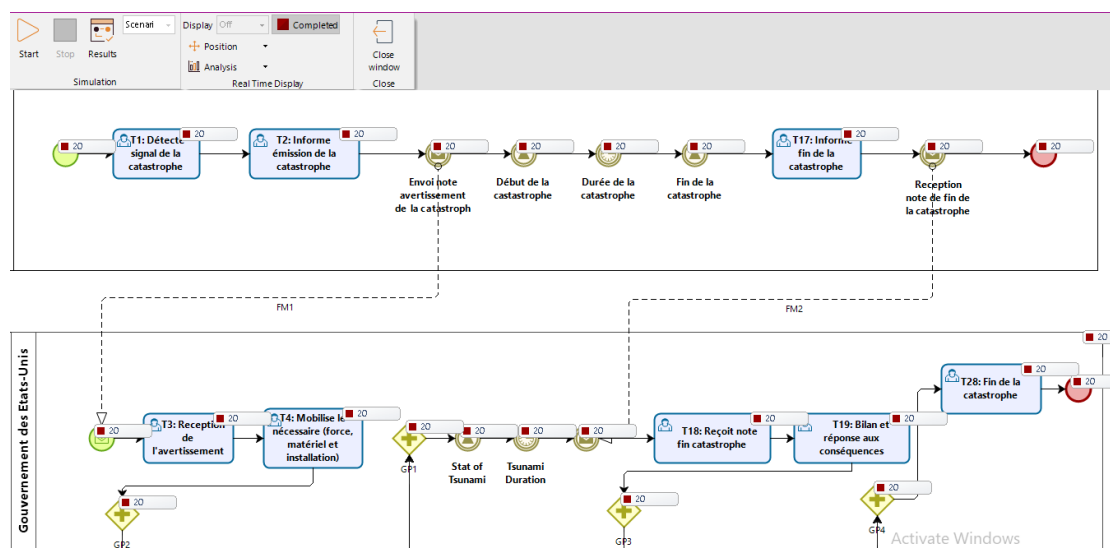


FIGURE 2.7 – Extrait de la validation du processus du BPMN

2. Temps d'analyse (Time analysis)

Ici, il est question de définir le temps de réalisation de chaque tâche dans le processus de simulation et ceci pour être appliqué dans un cas réel. Dans ce de notre projet et en situation d'aide aux personnes en danger, le temps de sauvetage retenu dans

la validation du processus des différents scénarios qui sont mis en simulation est généralement celui moyen.

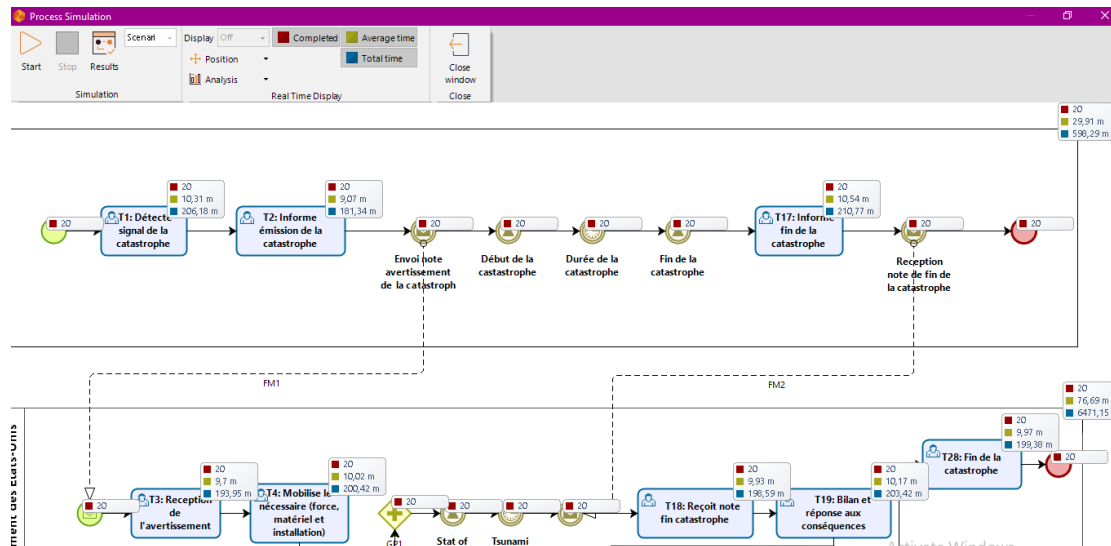


FIGURE 2.8 – Extrait de la validation du temps de simulation

3. Ressources

Cette étape consiste à insérer dans l'outil la quantité de ressources humaines jugée nécessaire pour la réalisation de chaque tâche. Étant donné que nous sommes dans un cas de simulation de sauvetage des personnes dans un cas de catastrophe naturelle, la ressource humaine est un facteur important voir primordial dans la réussite de la mission d'aide aux personnes en situation critique. Conseil d'Aide aux Catastrophes, Gouvernement des États-Unis, Gestionnaires d'Intervention d'Urgence, Militaires, Santé Publique, Croix-Rouge, Garde nationale État de Washington, Opérateurs Radios, Hôpital Providence St. Peter, Travaux publics et Services sociaux sont les organisations impliquées dans le processus de sauvetage et dans le figure 2.10 ci-dessous nous avons total en ressources humaines de chaque organisation.

Les résultats attendus de la simulation du processus sont doubles. é

- Utilisation du temps représentant le temps total consommé par notre processus de réponse au tsunami, ainsi que le temps moyen, le temps d'attente moyen, le temps minimum ou maximum pour chaque tâche ;
- Utilisation des ressources illustrant la répartition des ressources occupées par chaque acteur.

4. Coût si possible

Dans cette partie, nous n'avons pas jugé nécessaire de parler ou d'insérer coût car nous sommes en situation de crise liée à la catastrophe et le cas d'un exercice volontaire de formation de sauvetage.

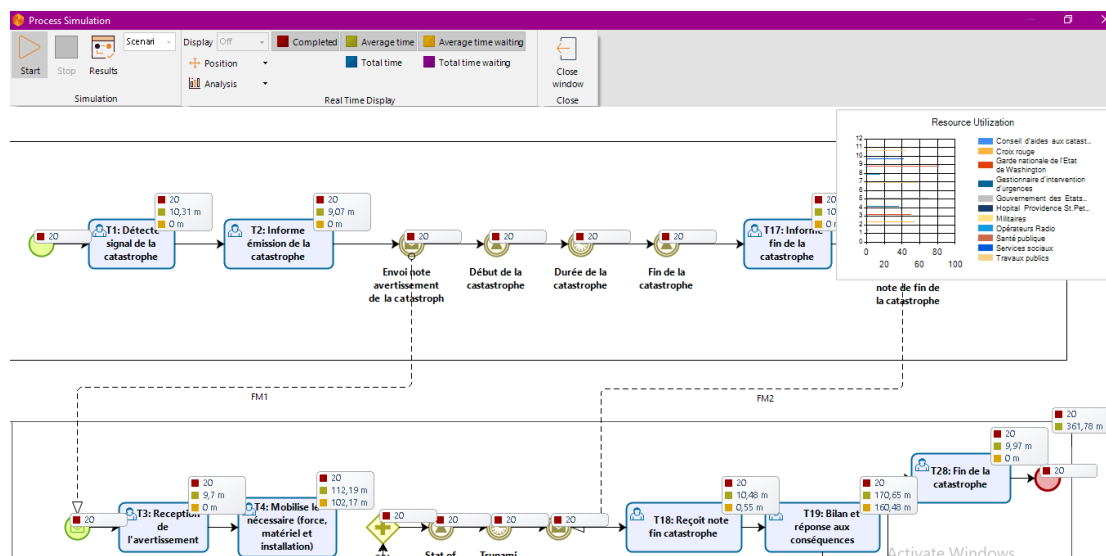


FIGURE 2.9 – Extrait de la validation de la ressource humaine

Ressources	Quantité
Conseil d'Aide aux Catastrophes	500
Gouvernement des Etats-Unis	100
Gestionnaires d'Intervention d'Urgence	1200
Militaires	6000
Santé Publique	1000
Croix-Rouge	1500
Garde nationale Etat de Washington	2300
Opérateurs Radios	300
Hôpital Providence St. Peter	1700
Travaux publics	400
Services sociaux	50

FIGURE 2.10 – Quantité de ressource impliquée dans l'exercice

La vérification et la validation du modèle se étaient faites à partir de deux scénarios. Dans l'article lu d'un des travaux connexes [10], défini le "scénario" par quatre composantes : le but, le contenu, la forme et le cycle. En ce qui concerne :

1. L'objectif, la simulation de gestion de crise vise à répondre aux deux questions suivantes :
 - Comment pourrions-nous affecter efficacement les ressources humaines aux tâches ?
 - Quelle est la meilleure stratégie d'allocation des ressources ?
2. Le contenu et la forme de nos scénarios sont définis par le temps de service des tâches (en minutes), le nombre d'acteurs mobilisés (en valeurs entières positives) et les probabilités de tâches alternatives (en nombre) ainsi que le facteur d'importance (en pour cent).

Pour démontrer l'efficacité de la notion de facteur d'importance, il est nécessaire pour nous de fixer le processus d'arrivée, les probabilités de choix et les paramètres de temps de service. En effet, nous n'avons uniquement déplacé le nombre de ressources humaines allouées aux tâches menant aux deux scénarios. La figure 2.11 ci-dessous nous donne en terme de pourcentage, les ressources humaines utilisées pour chaque tâche et dans chaque scénario.

	Scénario 1	Scénario 2
Conseil d'aides aux catastrophes	2,92%	1,40%
Militaires	58,59%	48,08%
Santé publique	82,34%	73,08%
Croix rouge	54,97%	42,97%
Garde nationale de l'Etat de Washington	51,08%	44,53%
Opérateurs Radio	15,99%	25,39%
Travaux publics	44,78%	40,06%
Gouvernement des Etats Unis	69,83%	60,95%
Hopital Providence St.Peter	0%	0%
Gestionnaire d'intervention d'urgences	37,01%	32,72%
Services sociaux	42,80%	20,30%
Pourcentage total ressource	460,31%	389,48%

FIGURE 2.11 – Quantité de ressource affectée à chaque tâche et par scénario

Une fois cette étape de validation du BPMN terminée, place est donnée au processus d'extraction ou de génération du journal d'événements correspondant à notre modèle. Ceci se fera bien sur via l'outil Bonita Studio. Nous allons exporter notre modèle BPMN de

Bizagi Modeler en un fichier de format d'extension .bpmn et c'est dernier qui importé dans l'outil Bonita Studio pour générer le journal d'événement. Il est à noter que ceci est aussi manuellement.

En fait, les techniques d'extraction de processus actuelles sont en effet capables de supporter tout le cycle de vie du BPM. L'exploitation des procédés est non seulement pertinente pour les phases de conception et de diagnostic / besoins, mais aussi pour les phases de mise en œuvre, de suivi et d'ajustement. Dans d'autres journaux, des informations plus détaillées sur les ressources peuvent être stockées, par exemple, le rôle d'une ressource ou des données d'autorisation élaborées. Le tableau indique également les coûts associés aux événements. Il s'agit d'un exemple d'attribut de données. Il peut y avoir beaucoup d'autres attributs de données. Par exemple, dans cet exemple particulier, il serait intéressant d'enregistrer les résultats des différents types d'examens et de contrôles.

2.4 Extrait d'un journal d'évènement

Après avoir fourni un aperçu de l'exploration de processus et le positionner dans la discipline BPMN, nous utilisons le journal des événements présenté dans la figure ci-dessous pour clarifier certains des concepts fondamentaux. la figure ci-dessous montre le journal de l'exercice et chaque ligne présente une suite d'événements regroupée en 04 cas.

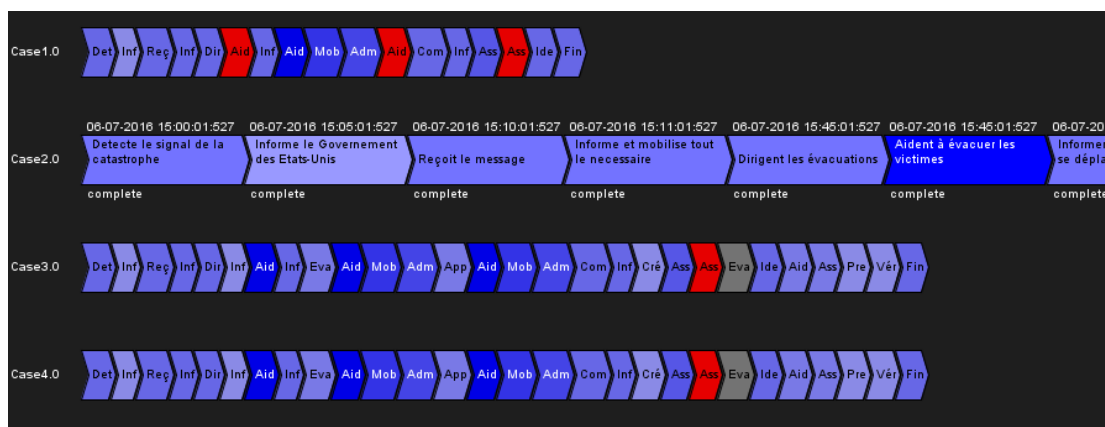


FIGURE 2.12 – Journal d'évènement en mode graphique

```

<trace>
  <string key="concept:name" value="Case1.0"/>
  <event>
    <string key="org:resource" value="Conseil d'Aide aux Catastrophes"/>
    <date key="time:timestamp" value="2016-07-06T09:00:01.527+01:00"/>
    <string key="concept:name" value="Detecte le signal de la catastrophe"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  </event>
  <event>
    <string key="org:resource" value="Conseil d'Aide aux Catastrophes"/>
    <date key="time:timestamp" value="2016-07-06T09:05:01.527+01:00"/>
    <string key="concept:name" value="Informe le Gouvernement des Etats-Unis"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  </event>
  <event>
    <string key="org:resource" value="Gouvernement des Etats-Unis"/>
    <date key="time:timestamp" value="2016-07-06T09:10:01.527+01:00"/>
    <string key="concept:name" value="Reçoit le message"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  </event>
  <event>
    <string key="org:resource" value="Gouvernement des Etats-Unis"/>
    <date key="time:timestamp" value="2016-07-06T09:11:01.527+01:00"/>
    <string key="concept:name" value="Informe et mobilise tout le necessaire"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  </event>

```

FIGURE 2.13 – Extrait du journal d'événements

2.5 Analyse et Simulation

2.5.1 Analyse

Le taux d'utilisation de la ressource allouée est l'élément comparateur de nos deux scénarios. Fort est de constater que le scénario 1 selon le graphe ci-dessous est, celui qui utilise plus de ressource donc, il sera retenu pour la simulation. Car dans le cadre de sauvetage, il est primordiale d'utiliser plus de ressources.

Évaluation des plans de sauvetage par l'analyse de l'organisation de l'agent Dans cette section, nous évaluons la structure organisationnelle du plan de sauvetage en utilisant le cadre fourni par Grossi et al. [11]. Ce cadre nous permet d'évaluer la robustesse, la flexibilité et l'efficacité de notre organisation en utilisant les relations de pouvoir, de coordination et de contrôle 5 entre chaque paire de rôles. Grossi et al. indiquer que : a) la robustesse signifie la stabilité d'une organisation dans le cas de risques anticipés ; b) la flexibilité est la capacité d'une organisation à s'adapter aux changements environnementaux ; et c) l'efficacité se réfère à la quantité de ressources utilisées par l'organisation pour accomplir ses tâches. Dans notre cas, nous montrerons que l'organisation de la structure est efficace et suffisamment flexible mais pas assez robuste. Évidemment, il n'est pas possible de maximiser simultanément tous les critères. Puisque notre organisation est consacrée à

Resource	Scenario	Utilization
Conseil d'aides aux catastrophes	Scenario 1	2,92%
Conseil d'aides aux catastrophes	Scenario 2	1,40%
Militaires	Scenario 1	58,59%
Militaires	Scenario 2	48,08%
Santé publique	Scenario 1	82,34%
Santé publique	Scenario 2	73,08%
Croix rouge	Scenario 1	54,97%
Croix rouge	Scenario 2	42,97%
Garde nationale de l'Etat de	Scenario 1	51,08%
Garde nationale de l'Etat de	Scenario 2	44,53%
Opérateurs Radio	Scenario 1	15,99%
Opérateurs Radio	Scenario 2	25,39%
Travaux publics	Scenario 1	44,78%
Travaux publics	Scenario 2	40,06%
Gouvernement des Etats Unis	Scenario 1	69,83%
Gouvernement des Etats Unis	Scenario 2	60,95%
Hopital Providence St.Peter	Scenario 1	0,00%
Hopital Providence St.Peter	Scenario 2	0,00%
Gestionnaire d'intervention	Scenario 1	37,01%
Gestionnaire d'intervention	Scenario 2	32,72%
Services sociaux	Scenario 1	42,80%
Services sociaux	Scenario 2	20,30%

FIGURE 2.14 – Comparaison en pourcentage des ressources utilisées dans deux scénarios

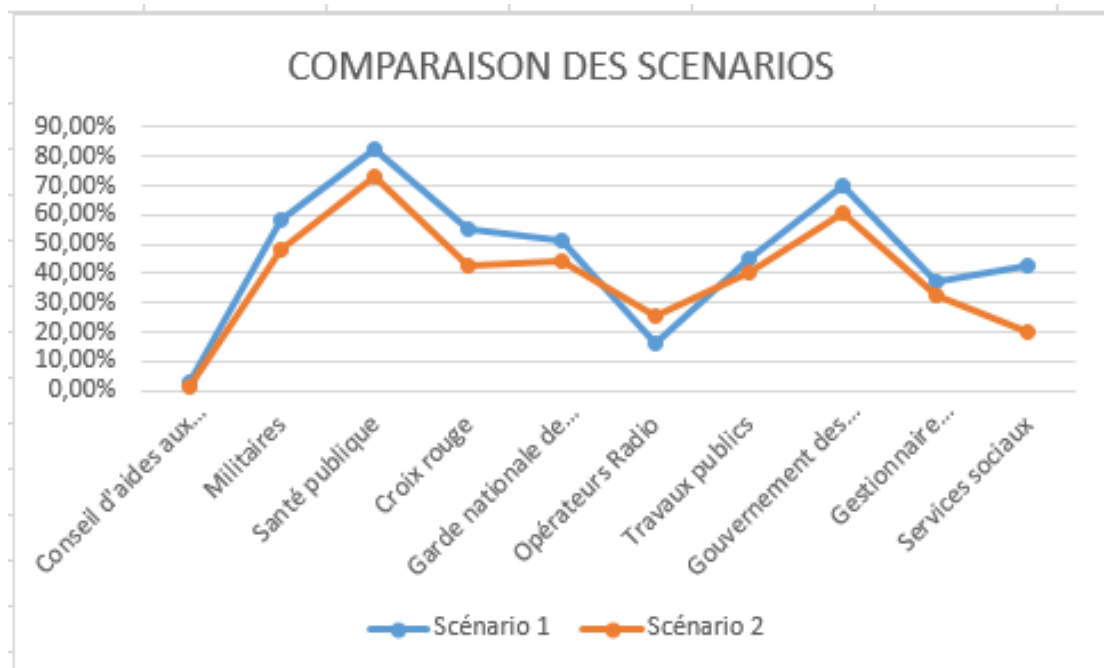


FIGURE 2.15 – Graphe d'utilisation des ressources humaines correspondant au de scénarios

la réponse aux catastrophes, nous aimerions donc nous concentrer sur la quantité de ressources utilisées par les tâches (l'efficacité). Comme la proposition de Grossi, évaluer une structure organisationnelle comporte trois étapes : 1) construire un graphique de rôle de l'organisation basée sur les trois dimensions (pouvoir, coordination, contrôle) ; 2) mesurer des propriétés spécifiques de la structure organisationnelle selon un ensemble de formules ; 3) enfin, comparer les résultats obtenus avec les valeurs optimales proposées par Grossi afin d'évaluer les qualités (robustesse, flexibilité et efficacité) de l'organisation.

2.5.2 Simulation

Ce graphe montre les interaction qui existent entre les différentes organisations intervenant dans la gestion de la crise. Il est important de noter que la grosseur des cercle présente le rôle ou illustre le niveau d'importance qu'une organisation occupe dans la crise.

En somme, le graphe est de type **Handover-of-Work** , il permet d'identifier les acteurs selon le niveau d'importance et donne les liens existants entre les organismes selon les activités.

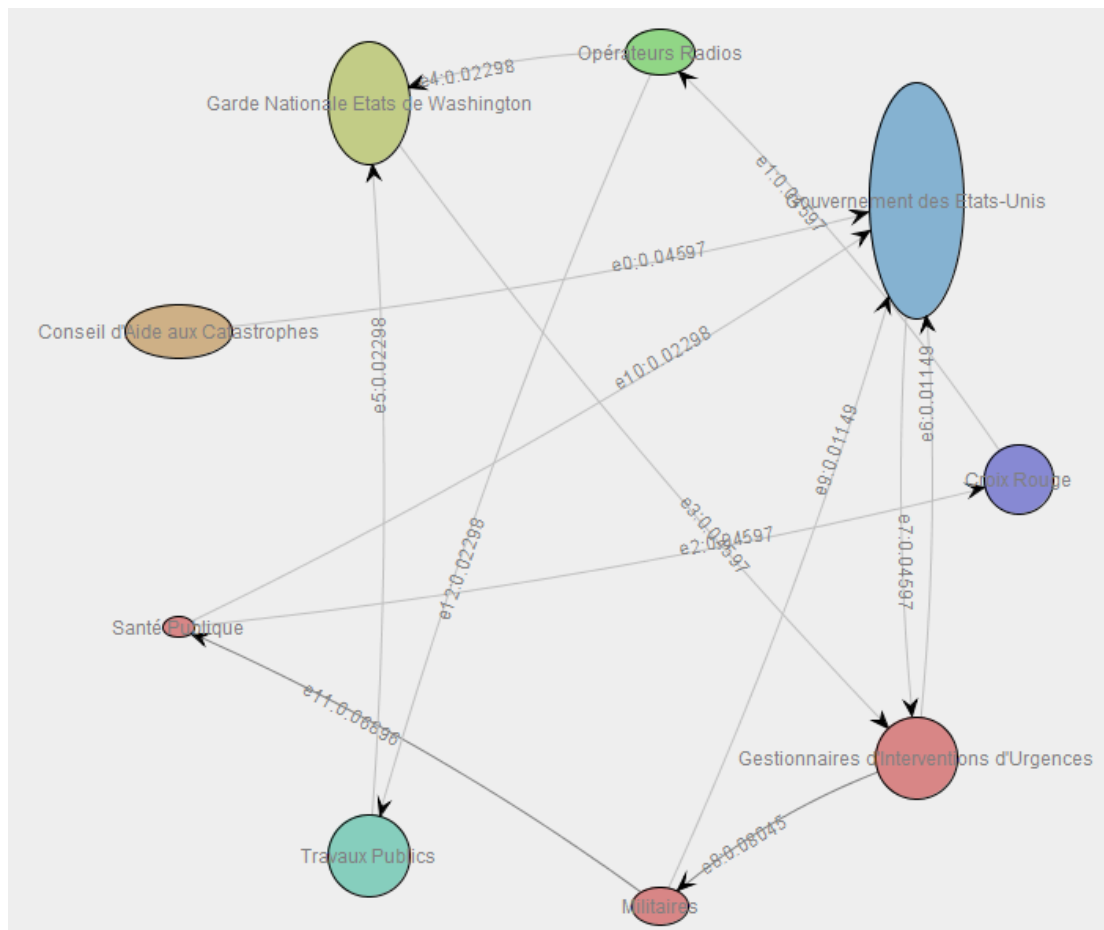


FIGURE 2.16 – Graphe de rôle de réseau social du plan de réponse au tsunami

Conclusion

Parvenu au terme de notre TPE donc le travail avait été structuré en plusieurs parties nous permettant de mieux comprendre le sujet et pour une réponse favorable aux objectifs de l'unité d'enseignement. Parmi les points clés, nous avons eu à rédiger un rapport d'analyse du sujet ensuite une étude bibliographique des travaux connexes au sujet soumis à notre étude et enfin la proposition de la solution. Ces trois parties constituent la partie théorique de notre projet. La dernière partie est celle réservée à la phase pratique du projet. Ici, nous avons présenté le cycle de vie d'une crise et à partir de ce dernier, nous avons progresser tel l'architecture. Parti du plan textuel de coordination textuel où nous avons ressorti un tableau regroupant les organisations et leurs tâches respectives nous permettant via l'outil Bizagi Modeler de les modéliser en diagramme BPMN et ce diagramme avait été vérifié et validé en quatre trois étapes. A partir de ce diagramme, nous générons le journal d'événement via l'outil Bonita Studio. Une fois le journal d'événement généré, nous passons à la simulation avec l'outil ProM. nous avons présenté deux évaluations complémentaires des plans de gestion des catastrophes : les évaluations des processus et des organisations. L'évaluation du processus permet d'identifier la meilleure stratégie d'allocation des ressources humaines en fonction des règles de répartition des ressources sur les tâches. Nous avons défini dans notre travail deux scénarios correspondant à deux politiques de distribution différentes. Dans notre étude de cas, la meilleure correspond au "scénario1", c'est-à-dire à l'allocation aux tâches d'un nombre de ressources basé sur son facteur d'importance. De plus, l'évaluation de la structure organisationnelle des agents évalue trois critères de notre organisation : robustesse, flexibilité et efficacité. Dans notre étude de cas, nous disposons d'une organisation flexible et efficace du fait que les rôles sont bien connectés tout en conservant un minimum de liens symétriques et redondants.

Bibliographie

- [1] Wil M. P. Van der Aalst. *Process Mining : Discovery, Conformance and Enhancement of Business Process* . Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011.
- [2] OMG. *Business Process Model and Notation (BPMN)* . Object Management Group, dtc/2010-06-05, 2010.
- [3] N.T.T LE, C. HANACHI, S. STINCKWICH, and T. V. HO. *Representing, Simulating and Analysing Ho Chi Minh City Tsunami Plan by Means of Process Models*. 2013
- [4] C. Sell and. Braun. *Using a Workflow Management System to Manage Emergency Plans*. Page 2, Proceedings of the 6th International ISCRAM Conference – Gothenburg, Sweden, May 2009.
- [5] Asst. Prof. Esmita Gupta. *PROCESS MINING ALGORITHMS*. International Journal of Advance Research In Science And Engineering. 11, November 2014
- [6] W. VAN DER AALST. *Process Mining : Overview and Opportunities* . Eindhoven University of Technology, February 2012. Page 11 et 12.
- [7] A.H.M. ter Hofstede, W.M.P. van der Aalst, M.Adams, and N. Russell. *Modern Business Process Automation : YAWL and Its Support Environment* . Springer Berlin, 2010.
- [8] J. De Weerd, Seppe K.L.M. V. Broucke and F.Caron. *Bidimensional Process Discovery for Mining BPMN Models* . Naamsestraat 69, B-3000 Leuven, Belgium. Pages 1 et 5.
- [9] A. A. Kalenkova, W. M. P. van der Aalst, I. A. Lomazova Vladimir A. Rubin. *Process Mining Using BPMN : Relating Event Logs and Process Models* . National Research University Higher School of Economics, Moscow,Russia, 03.2015. Page 16
- [10] Nguyen Tuan Thanh LE et al.
Combining Process Simulation and Agent Organizational Structure Evaluation in order to Analyze Disaster Response Plans. . Page 7
- [11] Grossi, D., Dignum, F., Dignum, V., Dastani, M., Royakkers, L. *Structural Aspects of the Evaluation of Agent Organizations*. . Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems II, pp. 3–18, Springer-Verlag (2007)