

# Projet ISyCri : Caractérisation de situation de crise

Frédéric Bénaben<sup>1</sup>, Matthieu Lauras<sup>1</sup>, Pierre Couget<sup>2</sup>, Vincent Chapurlat<sup>3</sup>, Chihab Hanachi<sup>4</sup>, Jean-Paul Pignon<sup>5</sup>, Jean-Pierre Lorré<sup>6</sup>

<sup>1</sup> DRGI, Ecole des Mines d'Albi-Carmaux – Route de Teillet – 81013 ALBI Cedex 9

<sup>2</sup>Préfecture du Tarn, Place de la Préfecture, 81000 ALBI

<sup>3</sup> LGI2P, Ecole des Mines d'Alès – Parc Scientifique Georges Besse – 30900 NIMES

<sup>4</sup> IRIT, Université Toulouse 1 – Place Anatole France – 31042 TOULOUSE Cedex

<sup>5</sup> BTC/TAF, THALES Communications – 160 Boulevard de Valmy, BP 82 – 92704 COLOMBES Cedex

<sup>6</sup> EBM WebSourcing – Parc Technologique du Canal, 10 avenue de l'Europe – 31520 RAMONVILLE St AGNE

[benaben@enstimac.fr](mailto:benaben@enstimac.fr), [pierre.couget@tarn.pref.gouv.fr](mailto:pierre.couget@tarn.pref.gouv.fr), [chapurlat@ema.fr](mailto:chapurlat@ema.fr), [hanachi@univ-tlse1.fr](mailto:hanachi@univ-tlse1.fr), [jean-paul.pignon@fr.thalesgroup.com](mailto:jean-paul.pignon@fr.thalesgroup.com), [jean-pierre.lorre@ebmwebsourcing.com](mailto:jean-pierre.lorre@ebmwebsourcing.com),

**Résumé** – Dans un contexte de situation de crise (séisme, accident industriel, émeute, etc.), de nombreux partenaires doivent interagir afin de résoudre la situation. Leur coordination dans ce contexte constitue un enjeu majeur de la résolution de la crise. Leur interopérabilité (et en particulier celle de leur systèmes d'information) est une composante essentielle de la réussite de leur action. Le projet *ISyCri* propose de s'intéresser à ce sujet selon deux aspects particuliers : (i) la réactivité du réseau collaboratif (c'est à dire sa capacité à agir rapidement et de manière appropriée) et (ii) la flexibilité du système de systèmes ainsi obtenu (c'est à dire sa capacité à évoluer tout en restant au plus près de la situation de crise et des besoins qui lui sont associés). Il s'agit donc d'un problème d'agilité de l'ensemble des SI des partenaires. Cet article présente les premiers résultats du projet *ISyCri* : une ontologie de caractérisation de situation de crise (liens avec les processus de réponse) ainsi que le traitement d'un exemple (le tremblement de terre de Yogyakarta).

**Abstract** – In a crisis situation (natural disaster, industrial accident, etc.) several partners have to act simultaneously to solve the emergency situation. Their coordination in such a context is a crucial point, especially in the first moments of the crisis. Their interoperability (precisely their Information Systems interoperability) is a major component of the success of the network. *ISyCri* French project propose to tackle this topic according to two aspects: (i) *responsiveness* of the network (its ability to act rapidly and efficiently) and (ii) *flexibility* of the obtained system of systems (its ability to evolve and follow the changing situation). This is so an *agility* problem of ISs of partners. This article presents the first results of this work: a metamodel of crisis situation and its ontological links with collaborative process design, and also the treatment of a first case of study, the Yogyakarta earthquake.

## 1. Introduction

### 1.1 Contexte et objectif du projet ISyCri

Dans un contexte de crise<sup>1</sup> (catastrophe naturelle, accident de transport, accident industriel, etc.), bon nombre d'acteurs, issus d'organisations distinctes (force de l'ordre, sauveteurs, unités médicales, pompiers, organisation non-gouvernementales, militaires, etc.) doivent travailler simultanément, voire interagir, pour résoudre la situation de crise. Cette capacité de collaboration et de coordination de leurs actions constitue une composante essentielle de l'objectif de réduction de crise.

L'ambition majeure du projet ISyCri est de fournir à un ensemble d'organisations partenaires impliquées dans ce type de situation un *Système d'information Médiateur* (SIM) susceptible d'intégrer leur différents systèmes d'information autonomes et hétérogènes au sein d'un *Système de Systèmes d'Information* global. En tant que support de l'interopérabilité des SI, le SIM doit satisfaire deux contraintes majeures :

- Fournir efficacement et rapidement un lien entre les SI (*réactivité*).
- Demeurer cohérent et pertinent vis à vis des évolutions d'une situation nécessairement instable (*flexibilité*).

En tant qu'objectif du projet ISyCri, le SIM doit se caractériser par son *agilité* (l'agilité d'un système étant définie par sa capacité à être à la fois réactif et flexible).

---

<sup>1</sup> Dans ce projet, les crises sont considérées comme des ruptures soudaines dans la stabilité d'une situation. Les crises de longue durée (dont le traitement relève d'un régime permanent) ne sont pas prise en considération.

## 1.2 Contexte et objectif du projet ISyCri

Nous pensons que la notion d'*intégration* des partenaires est la composante essentielle d'une réduction de crise efficace. Nous proposons de traiter cette question de l'*intégration des partenaires* selon l'angle de l'*interopérabilité de leur système d'information*. Selon le réseau d'excellence européen *InterOp*<sup>2</sup>, l'interopérabilité est *la capacité d'un système à travailler avec les autres systèmes sans effort particulier de la part des utilisateurs de ce système*. En accord avec ce point de vue, nous proposons la vision suivante :

***L'interopérabilité peut être vue comme le niveau supérieur de maturité collaborative (des organisations) permettant d'atteindre l'intégration, qui peut être vue comme le niveau supérieur de collaboration (d'un réseau).***

Cependant, garantir l'interopérabilité des systèmes d'information des partenaires d'une collaboration est un objectif plus que délicat. En effet, s'il pourrait être envisageable d'aborder cette problématique selon une approche descendante et radicale qui proposerait la refonte massive des systèmes d'information des partenaires afin de garantir leur interopérabilité par normalisation ou standardisation, il nous a semblé plus rationnel, dans le cadre du projet ISyCri, de respecter au maximum l'existant en terme de systèmes d'information des partenaires.

Dans ce contexte, le SIM se trouve être le fournisseur d'interopérabilité, garant de l'intégration des partenaires. L'objectif du projet ISyCri peut alors être raffiné : il s'agit de fournir une méthode de conception de SIM traversant les différents niveaux d'abstraction *métier*, *logique* et *technique* et respectant les exigences de réactivité et de flexibilité (*i.e.* agilité). Le principe général de cette approche de conception de système d'information médiateur peut être illustré à l'aide de la figure suivante (se référant au classique cycle en « Y » de l'approche MDA).

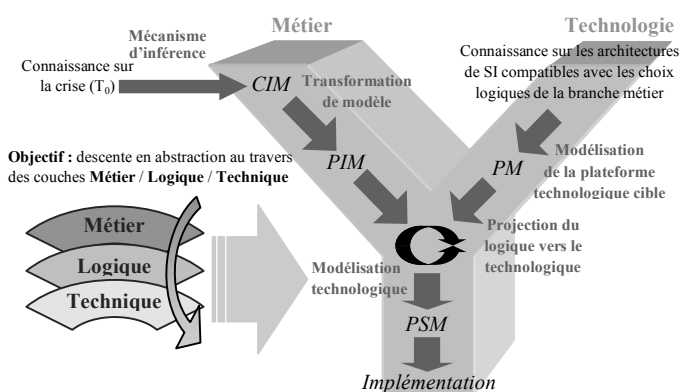


FIG. 1 : VUE GÉNÉRALE DE LA CONCEPTION DU SIM SELON UNE DÉMARCHE ORIENTÉE MODÈLES (MDA)

A partir de la caractérisation de la situation de crise, un mécanisme ontologique permet de déduire un modèle de

processus collaboratif (partiel et imparfait) qui constitue le CIM. Ce CIM est ensuite utilisé par une étape de transformation de modèle pour construire en UML (ou selon un DSL<sup>3</sup> spécifique) la vue logique du système d'information médiateur qui constitue le PIM. Simultanément à cette tâche de modélisation logique, l'architecture technologique cible (un ESB<sup>4</sup>) est modélisée au travers du PM. C'est sur la base de cette architecture physique que le PIM va être projeté au cours d'une phase « d'urbanisation » de système d'information pour construire le modèle implémentable du système d'information médiateur, le PSM. En outre, dans la mesure où ce type d'approche propose de traverser les niveaux d'abstraction *métier*, *logique* et *technique*, la question de l'agilité du système d'information médiateur se trouve naturellement projetée sur ces trois paliers, caractéristiques de la démarche de conception, résultat majeur du projet ISyCri.

## 1.3 Contenu du projet ISyCri

L'obtention du cadre de conception de système d'information médiateur décrit précédemment nécessite de décomposer le projet ISyCri selon différents macro-tâches. Ces macro-tâches permettront de fournir les divers éléments nécessaires à la formalisation de la démarche de conception de SIM telle qu'exposée. Ces macro-tâches sont les suivantes :

1. **Construction d'ontologies :** Sur la base d'un méta-modèle général des situations de crise et de leur traitement, cette macro-tâche est consacrée à la construction d'une *ontologie ISyCri*. Cette ontologie est en fait la combinaison de deux ontologies : la première est une *ontologie de caractérisation des situations de crise* et la seconde est une *ontologie de description des processus de réponse*. La première de ces deux ontologies se décompose selon deux volets : le *système étudié* (contenant les *personnes*, les *biens*, les *sites*, etc.) et la *crise* elle-même (caractérisée par des éléments tels que sa *gravité*, son *type*, les *événements déclencheurs*, etc.). La seconde de ces deux ontologies représente à la fois le *système de traitement* mis en place (c'est à dire les acteurs, ressources et intervenants déployés) et le *processus collaboratif* déployé (c'est à dire la « dynamique » de la réponse à la crise). C'est en liant sémantiquement ces deux ontologies que cette première macro-tâche ambitionne de créer l'*ontologie ISyCri* permettant la mise en place de mécanismes de déduction de processus collaboratifs à partir de caractérisation de crises. Les modèles de processus obtenus par ce principe d'inférence doivent bien évidemment être

<sup>3</sup> Domain Specific Language : formalisme de modélisation construit pour un objectif de modélisation spécifique.

<sup>4</sup> Enterprise Service Bus : Bus d'entreprise dédié à la gestion des services (solution technologique pour un système d'information orienté service)

<sup>2</sup> InterOp est un réseau d'excellence européen (Network of Excellence, NoE) axé sur l'interopérabilité.

complétés et validés sur la base d'une expertise (experts du domaine des crises ou membres du réseau collaboratif) avant de constituer formellement le CIM.

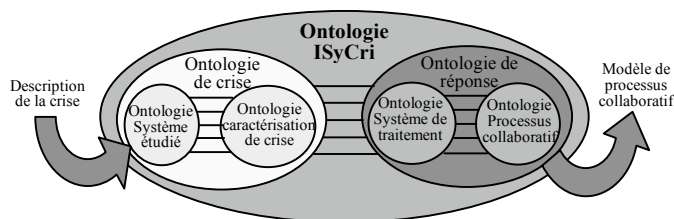


FIG. 2 : ORGANISATION DE L'ONTOLOGIE ISYCRI PERMETTANT L'INFÉRENCE DE PROCESSUS COLLABORATIF

2. **Modélisation logique du SIM** : l'extraction de la connaissance contenue au sein du (ou des) modèle(s) de processus collaboratif(s) constituant(s) le CIM afin de construire le PIM peut être vue comme une macro-tâche de transformation de modèle. Nous disposons d'ores et déjà de résultat dans ce domaine (appliqué à des collaborations industrielles) qui peuvent être adaptés au contexte de collaboration en situation de crise. Ces travaux se focalisent en particulier sur des solutions respectant une logique SOA<sup>5</sup>.
3. **Modélisation physique de l'architecture cible et projection du plan logique sur le plan technologique** : Compte tenu de son excellente adéquation avec les principes SOA, nous pensons qu'un ESB peut constituer une excellente piste de plateforme technologique cible. Il est par conséquent indispensable d'étudier et de modéliser la structure d'une telle solution middleware afin de construire un modèle de plateforme physique (PM) exploitable. En outre, il est indispensable d'établir formellement les principes et règles de projection de la vue logique sur la vue physique (projection du PIM sur le PM).
4. **Etude de la dynamique afin d'assurer l'agilité du SIM** : l'une des composantes essentielles (valeur ajoutée) du projet ISyCri réside dans la capacité du SIM à coller au plus près de l'évolution de la crise. Cet aspect doit être appréhendée à différents niveaux (correspondants aux différents niveaux d'abstraction *métier*, *logique* et *technique*). La nécessaire flexibilité associée au SIM doit donc être abordée au cours de la démarche de modélisation du processus collaboratif (niveau *métier*), lors de la définition du workflow au sein du PIM (niveau *logique*) et enfin durant l'exécution par le moteur d'orchestration (niveau *technique*).
5. **Expérimentation** : Cette macro-tâche s'avère relativement incontournable vis à vis d'un projet

traitant de la définition d'une démarche de conception d'un système d'information spécifique. Cette activité sera basée sur l'exploitation et la simulation de cas d'étude pertinents.

Les cinq macro-tâches précédentes font directement référence aux quatre lots de travail (LT) autour desquels s'articule le projet ISyCri :

1. **LT 1 : Caractérisation des situation de crises et conception de processus collaboratifs à partir de mécanismes de déduction ontologiques**. Ce lot de travail correspond à la première macro-tâche évoquée ci-dessus. Le présent rapport relève de ce premier lot de travail.
2. **LT 2 : Architecture technologique**. Ce lot de travail se réfère à la deuxième et à la troisième macro-tâches précédentes. Il est à noter que la deuxième macro-tâche (transformation de modèles du CIM au PIM) est incluse dans ce LT du fait de la présence de résultats existants.
3. **LT 3 : Etude de la flexibilité du SIM et projection des questions de dynamiques aux différents niveaux d'abstraction**. Ce lot de travail couvre les thématiques de la quatrième macro-tâche.
4. **LT 4 : Expérimentation**. Ce quatrième et dernier lot de travail fait naturellement référence à la dernière macro-tâche présentée ci-dessus.

La suite de ce document traite des points suivants :

- Des risques à la gestion des crises,
- Approche générique des situations de crise par métamodélisation et traitement ontologique des situation de crise,
- Un exemple de situation de crise.

## 2. Etude des situations de crise

La clarification de la notion de crise est une composante incontournable de ce document, en particulier vis-à-vis de la notion de risque. L'objectif de réduction des situations de crise et de support informatisé aux processus collaboratifs de gestion de crise nécessite également une étude préalable afin de mettre en évidence les éléments cognitifs nécessaires à la constitution d'un tel support (sous la forme d'un SI médiateur de la collaboration). L'ambition de cette étude est de permettre d'aboutir à une formalisation couvrante et accueillante du concept de crise permettant d'établir une caractérisation constructive et exploitable dans une optique de déduction et de support d'une réponse adaptée.

La notion de métamodèle constitue une porte d'entrée vers le domaine ontologique et ses mécanismes d'inférence sur la base desquels le projet ISyCri propose de construire une démarche de caractérisation de crise amenant à une proposition de processus de réponse. Néanmoins, la diversité des crises existantes et des processus de réponse oblige à se poser la question de la robustesse d'un métamodèle. Aussi, la suite présente une démarche de mise à l'épreuve partielle du métamodèle au travers de

<sup>5</sup> Service Oriented Architecture : approche logique de conception de SI basée sur l'encapsulation de fonctions sous forme de services (accessible à partir d'un annuaire et au travers d'un middleware).

l'instanciations d'une crise humanitaire et d'une crise civile.

## 2.1 Des risques à la gestion de crise

Si le concept de risque est intuitif, sa définition est loin de l'être. Le projet ISyCri considère le risque comme *une menace potentielle que représente l'occurrence non contrôlable d'un événement. Il est caractérisé par une grandeur qui évalue la certitude ou la plausibilité de l'occurrence de cet événement, et une grandeur qui apprécie l'ampleur, néfaste ou utile pour le système visé ou son environnement, des conséquences qu'a cet événement sur les performances, l'intégrité et/ou la stabilité de ce système. Le risque ne se concrétise que s'il y a exposition à un danger.* Cette vision rejoint la vision proposée par le PRIM<sup>6</sup> qui classe les risques en cinq grandes catégories :

- Les risques naturels (avalanche, feu de forêt, inondation, mouvement de terrain, cyclone, etc.),
- Les risques technologiques (accident industriel, accident nucléaire, accident biologique, etc.),
- Les risques de transports collectifs (personnes, matière dangereuse, etc.),
- Les risques de la vie quotidienne (accident de la route, accident domestique, etc.),
- Les risques liés aux conflits.

D'une manière plus générale, le PRIM perçoit la crise comme la concrétisation d'un risque majeur. Cette concrétisation d'un risque majeur est liée d'une part à la présence d'un événement (qui est la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique) et d'autre part à l'existence d'enjeux (personnes, bâtiments, infrastructures et ouvrages, espaces naturels et agricoles) pouvant être affectés par le phénomène (ce qui correspond à la notion de *danger* dans lequel « baigne » le système). Dans le cas où cet événement ne rencontrerait pas d'enjeux conséquent, il reste à l'état d'aléa. Vis-à-vis de la définition du *risque* retenue au sein du projet ISyCri, on peut noter une proximité conceptuelle entre les *enjeux potentiellement affectés par le risque* et le *danger identifié sur un système*.

Le ministère français de l'Ecologie et du Développement Durable a produit une classification des dommages permettant de proposer une gradation allant de l'incident à la catastrophe majeure :

TAB. 1 : classification des situations

Classe	Dommages humains	Dommages matériels
0. Incident	Aucun blessé	Moins de 0,3 M€
1. Accident	1 ou plusieurs blessés	Entre 0,3 M€ et 3 M€
2. Accident grave	1 à 9 morts	Entre 3 M€ et 30 M€
3. Accident très grave	10 à 99 morts	Entre 30 M€ et 300 M€

4. Catastrophe	100 à 999 morts	Entre 300 M€ et 3000 M€
5. Catastrophe majeure	1000 morts ou plus	3000 M€ ou plus

Si cette classification présente l'avantage de fixer une échelle et de mettre en évidence les différentes classes de phénomènes, elle semble néanmoins très artificielle et surtout très rigide. En outre, il est important de noter que le concept de *crise* retenu dans ce projet n'est pas directement lié à la mesure des dommages (c'est une composante indiscutable et implicite, mais ce ne sont pas ces dommages qui font la crise) mais plutôt à l'imprévisibilité et à la perte de contrôle associée. La gravité de la crise constitue une caractéristique qui doit être mesurée, cependant, dans l'approche ISyCri, la classification d'un phénomène au rang de crise n'est pas déterminée par cette mesure des dommages (qui intervient *a posteriori*) mais plutôt par l'anormalité et l'imprévisibilité d'une situation (accompagnée d'une potentialité de « démaîtrise »). Cette position se retrouve dans la vision de la crise retenue pour le projet ISyCri : *Une crise est liée à la perception à un instant donné d'une situation jugée anormale ou inacceptable. Cette situation traduit une rupture dans l'évolution attendue (au sens de l'évolution nominale ou prévue ou acceptable) du monde. Elle est perçue dans une partie donnée du monde qui est le système d'étude. Une crise évolue et se transforme dans le temps. La crise peut être définie selon trois dimensions : gravité (fonction d'évaluation), complexité (typage dépendant essentiellement du degré de responsabilité de l'homme) et périmètre (qui définit le système d'étude).* Dans la suite de ce document, nous allons nous intéresser à la caractérisation de crises au travers d'une modélisation de ces situation sur la base d'un métamodèle faisant directement référence à cette définition.

## 2.2 Approche générique des situation de crise et métamodélisation

Pour étudier les systèmes complexes dont font partie les situation de crise, il faut trouver des alternatives à la mise en équation et au langage naturel en prenant en compte le système dans son intégralité. La modélisation est un moyen de mieux comprendre le comportement, l'organisation ou le fonctionnement de systèmes complexes dans leur globalité en filtrant, si nécessaire, des niveaux de détail non nécessaires à cette compréhension. Face au problème de la gestion d'une crise, il apparaît donc essentiel de construire un modèle sur lequel raisonner. Cependant, un modèle doit pouvoir rendre compte et s'adapter à différents types de crises (humanitaire, civile, militaire ou plus floues...) ayant des caractéristiques et des processus de réponse différents. Il devient alors nécessaire de raisonner non pas au niveau d'un modèle mais d'un métamodèle plus global.

Un métamodèle est défini comme (i) d'une part, un modèle dont les instances sont les modèles et (ii) d'autre part comme une représentation d'un modèle faite avec un

<sup>6</sup> Portail de la prévention des risques majeurs. <http://www.prim.net/>

modèle<sup>7</sup>. Un métamodèle ne représente pas un ou des modèles mais représente en fait les concepts et relations utilisés par des modèles. Une approche par métamodélisation permet donc ici d'identifier :

- un métamodèle qui relie les constantes nécessaires à la conception d'un SI collaboratif générique quel que soit le type de crise,
- les différents modèles de crise (crise humanitaire, civile ou militaire), instances du métamodèle, propres à chaque type de crise,
- Une crise particulière et observable (tremblement de terre de Yogyakarta, explosion du site AZF à Toulouse, attentat du 11 Septembre...), instance d'un ou plusieurs modèles de crise.

Une approche possible pour méta-modéliser est l'approche orientée objets. Un formalisme de modélisation relevant d'une telle approche contient un ensemble de concepts, de relations entre ces concepts et de contraintes. UML<sup>8</sup> (Unified Modelling Language) constitue une illustration classique de ce type de langage de modélisation. L'utilisation des diagrammes de classes d'UML en est l'exemple le plus courant.

Dans la suite, nous allons présenter le métamodèle de crise proposé. Il décrit le domaine d'étude, les contraintes, les concepts manipulés ainsi que leurs interactions. Ce méta modèle a été réalisé à partir des connaissances disponibles sur différents types de crises, principalement civiles. Le langage UML a été choisi pour le représenter.

<sup>7</sup> V. Bataille et X. Castellani, « Métamodélisation et ingénierie des systèmes d'information » dans Ingénierie des systèmes d'information, Edition Hermès.

<sup>8</sup> Unified Modeling Language : langage de modélisation orienté objet offrant une couverture quasi-exhaustive des points de vue de modélisation d'un système complexe en général et informatique en particulier.

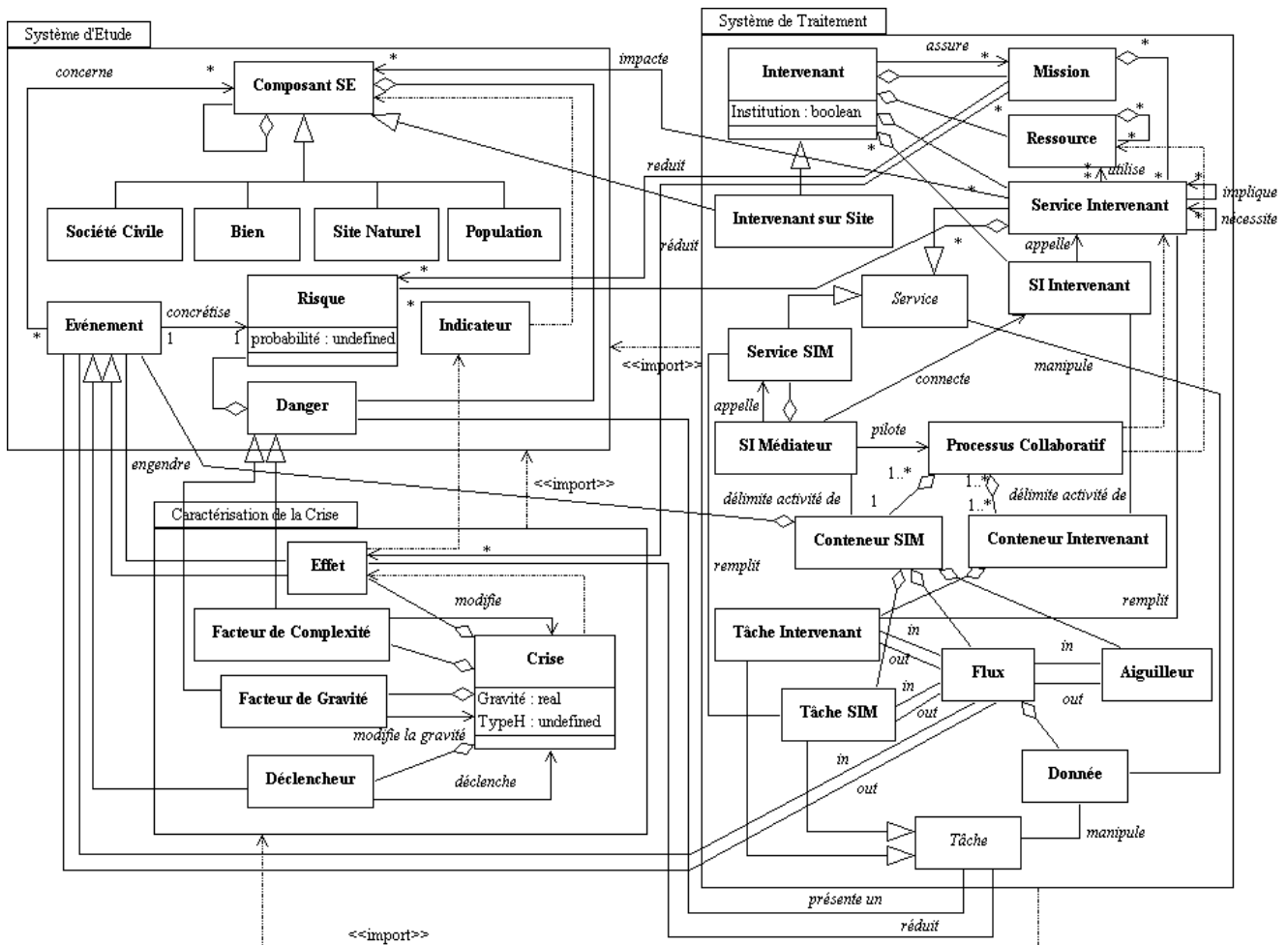


FIG. 3 : LE MÉTAMODÈLE DE CRISE (ISYCRI 11/2007)

Bien que devant encore être soumis à des instanciations (relatives à différents domaines d'études tels que les crises civiles, militaires, transverses ou humanitaires comme le cas présenté dans la suite de ce papier) qui permettront de le valider entièrement, ce modèle peut aujourd'hui être

considéré comme stabilisé. Il se constitue de trois sous-systèmes : (i) le système d'étude, (ii) le système de traitement et (iii) la caractérisation de la crise.

### 2.2.1 Le système étudié (ou système d'étude)

Le système d'étude est défini comme étant le sous-ensemble du monde concerné par la crise. Sont pris en considération les *composants physiques* (*bien, site naturel, population*) et la *société civile*, qui se regroupent, dans le métamodèle, sous l'appellation *composants système d'étude* » dont ils héritent. Pour définir les termes précédemment énoncés, les *biens* peuvent englober les habitations comme les routes ou toute autre infrastructure susceptible d'être affectée par la crise. A l'inverse, le *site naturel* est constitué par l'environnement, mais ne peut être une construction humaine. La *population* regroupe l'ensemble des personnes physiques directement touchées par la crise. Quant à la *société civile*, elle englobera plutôt des personnes morales (intellectuels, média, etc.), soit toute association ou organisation qui réagissent et œuvrent dans l'environnement de la crise.

Le *risque* est une menace potentielle que représente l'occurrence non contrôlable d'un *événement*. Il est caractérisé par une grandeur qui évalue la certitude ou la plausibilité de l'occurrence de cet *événement*, et une grandeur qui apprécie l'ampleur, néfaste ou utile pour le système visé ou son environnement, des conséquences qu'a cet événement sur les performances, l'intégrité et/ou la stabilité de ce système. Il se définit à la fois par sa probabilité et par ses *effets*. Le *danger* quand à lui, existe de manière continue, et le *risque* ne peut se concrétiser que s'il y a exposition à un *danger*. Pour clarifier les notions, dans le cadre d'un tremblement de terre, le *danger* sera considéré comme étant l'intensité sismique de la région et le *risque* sera la survenue d'un tremblement de terre.

### 2.2.2 La caractérisation de la crise

La *crise* se compose de plusieurs éléments. Certains participent à sa survenue ou à son évolution, d'autres à sa caractérisation. Elle apparaît soudainement suite à un (ou plusieurs) *événement(s) déclencheur(s)* et se caractérise, une fois avérée, par trois facteurs principaux :

- des *effets* qui sont la conséquence avérée ou potentielle de l'événement à l'origine de la crise ou de celui relatif à un risque identifié. Ils peuvent déclencher de nouveaux événements qui concrétiseront des risques et changeront ainsi la nature ou la gravité de la crise. Les effets peuvent être mesurés à l'aide d'indicateurs, qui permettent de caractériser au mieux la crise..
- des *facteurs de complexité* influe sur la nature de la crise. C'est un danger qui peut impacter des risques déjà identifiés ou en générer de nouveaux.
- des *facteurs de gravité* est un danger qui vient modifier la gravité de la crise, de façon positive ou négative.

### 2.2.3 Le système de traitement

La résolution, ou du moins la réduction de la crise, nécessite de définir un système de traitement dont l'objectif est de converger vers un nouvel état d'équilibre

en maîtrisant les effets de la crise. Il regroupe les *intervenants* (qui apportent leurs *missions*, leurs *ressources*, leurs *services* et leurs *procédures* de travail) et le *SIM* avec le *processus collaboratif* qu'il pilote et supporte.

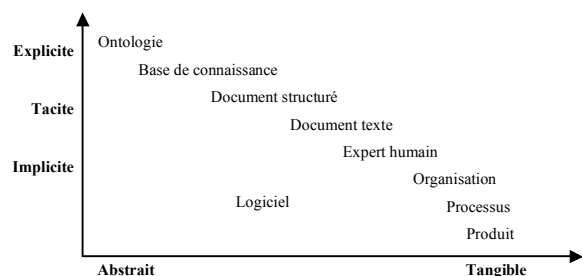
Les *intervenants* peuvent être de plusieurs types : institutions, associations, entreprises ou particuliers. Chacun dispose de ses ressources propres, de ses compétences et de procédures spécifiques pour les mettre en œuvre et fournir des *services* identifiés. Ils possèdent leurs propres *SI*, ou en tout cas leurs propres outils de traitement.

La partie basse du métamodèle du système de traitement (*conteneurs, tâches, flux, aiguilleurs, données*), permet de représenter le *processus collaboratif*. Le *processus collaboratif* n'est pas détaillé ici. Les *SIM* n'existent pas réellement dans le domaine de la gestion de crise. Au mieux, ce sont des *processus collaboratifs* qui sont mis en place, et prennent davantage la forme de réunions de coordination que de partage d'information entre *SI*. Une marge de progression est donc bien présente sur ce plan.

## 3. Traitement ontologique des situations de crise

La caractérisation des situations de crise a pour base la capture de connaissances relatives à la situation étudiée. Cette connaissance peut ensuite être conceptualisée par le biais d'un formalisme autorisant le raisonnement « le plus automatisé possible ». La problématique de caractérisation des situations de crise fait donc directement référence au domaine de la gestion des connaissances. D'après Rose Dieng<sup>9</sup>, la gestion des connaissances se définit comme la gestion de ressources de connaissances d'une organisation dans le but de faciliter l'accès, le partage et la réutilisation de connaissances tout comme la création de nouvelles connaissances.

D'après Michele Missikoff<sup>10</sup>, le niveau d'explicitation des connaissances, associé au degré d'abstraction de ces connaissances permet de déterminer clairement l'approche de représentation de connaissances le plus adapté à l'objectif. La figure suivante illustre ce principe :



Embarquée

<sup>9</sup> Rose Dieng, Ontologies for knowledge management, 2006 (ouvrage).

<sup>10</sup> Michele Missikoff, Ontologies for interoperability: a systematic overview, 2006 (ouvrage).

FIG. 4 : LES NIVEAUX D'EXPLICITATION DE CONNAISSANCE

Les différents niveaux d'explicitation de la connaissance peuvent être définis :

- **embarquée** : présente dans un objet complexe (véhicule, ordinateur, etc.),
- **implicite** : présente dans l'organisation d'une structure, dans son système d'information,
- **tacite** : présente dans l'esprit d'une personne humaine,
- **explicite** : présente dans le contenu d'un document (rapport, organigramme, modèle, etc.).

D'après cette étude, la notion d'ontologie semble donc constituer une piste intéressante et pertinente pour la gestion des connaissances contenues dans le métamodèle présenté précédemment. Une ontologie est une description formelle explicite des concepts liés à un domaine, des propriétés de ces concepts et des relations entre ces concepts. Ces concepts peuvent être instanciés afin de donner naissance à une connaissance concrète. D'un point de vue représentation (informatique en particulier), une ontologie est structurée sous la forme d'un graphe dont les nœuds représentent le vocabulaire et les arcs représentent les relations entre les concepts. A partir de cette structure, la sémantique de chaque instance est déduite des relations que ce mot possède dans l'ontologie.

Une ontologie peut revêtir quatre niveaux de formalismes :

- **informelle** : exprimée en langage naturel (donc difficilement manipulable formellement),
- **semi-informelle** : exprimée dans une forme restreinte et structurée de langage naturel (bonne compréhension et réduction de l'ambiguïté),
- **semi-formelle** : exprimée dans un langage artificiel formellement défini,
- **formelle** : exprimée dans un langage artificiel disposant d'une sémantique formelle.

Une ontologie peut relever d'usage différents :

- **moyen de communication** : une ontologie non-ambiguë et informelle peut suffire,
- **support de l'interopérabilité entre systèmes** : il s'agit alors d'un format d'échange,
- **ingénierie des systèmes** : elle peut alors en particulier entrer en jeu dans le cadre de l'identification des besoins et de la spécification du système.

Une ontologie peut concerner différents domaines (généralement classés selon trois catégories) :

- des sujets tels que la médecine, la géologie, les finances,
- des sujets en rapport avec la résolution de problèmes,
- des sujets en rapport avec la représentation des connaissances.

Dans le cadre du projet ISyCri, nous retiendrons les trois caractéristiques ontologiques suivantes :

- **usage** : *ingénierie des systèmes* (l'objectif du projet est la définition d'un SI médiateur),

- **domaine** : *représentation des connaissances* (caractérisation de la crise) et *résolution de problèmes* (déduction d'un processus de réponse collaboratif adapté),
- **niveau de formalisme** : *ontologie formelle* car c'est le seul niveau qui permette d'effectuer des vérifications et du raisonnement.

Fort des ces considérations, nous nous orientons vers le langage OWL-DL<sup>11</sup>. Il s'agit d'un langage de balisage sémantique permettant de publier et de partager des ontologies sur le web. Le langage OWL (Ontology Web Language) est développé comme une extension de vocabulaire de RDF et dérivé du langage d'ontologie web DAML+OIL. OWL est destiné à la description de classes (par des constructeurs) et de types de propriétés en permettant de décrire des classes ressources répondant à des conditions. OWL est conçu en trois niveaux ; OWL-LITE, OWL-DL et OWL-FULL. OWL-LITE ne permet pas de raisonnement. OWL-DL (pour *Description Logic*) garantit la complétude du calcul (déduction) et la décidabilité (le calcul des déductions s'effectue en un temps fini). OWL-FULL est une extension de OWL-DL qui ne garantit pas un temps de calcul fini. En outre, aucun moteur de raisonnement ne supporte OWL-FULL pour l'instant.

Le langage choisit (OWL-DL) se base sur une logique de description. D'après Francis Lapique<sup>12</sup>, les logiques de description forment une famille de formalismes conçus pour décrire et raisonner sur les connaissances d'un domaine. Elles exploitent, en général, des sous-ensembles décidables<sup>13</sup> de la logique du premier ordre. Les logiques de description constituent un outil de raisonnement basé sur une approche ontologique : pour décrire les individus d'un domaine, elles requièrent tout d'abord la définition des catégories générales d'individus et les relations logiques que les catégories (et donc les individus) peuvent entretenir entre elles. Les logiques de description se distinguent entre elles par les constructeurs qu'elles proposent. Le développement des logiques de description est fortement influencé par les travaux sur la logique des prédicats, les schémas et les réseaux sémantiques (des correspondances existent d'ailleurs entre les logiques de descriptions et ces formalismes).

La modélisation des connaissances avec les logiques de description se réalise sur deux niveaux :

- **TBox** : niveau *terminologique* qui décrit les connaissances générales du domaine,
- **ABox** : niveau *assertionnel* qui décrit une instanciation spécifique du domaine (les individus).

<sup>11</sup> <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>

<sup>12</sup> Francis Lapique, Le langage d'ontologie Web OWL, 2006 (ouvrage).

<sup>13</sup> Un problème est décidable si une machine de Turing peut le résoudre en un nombre fini d'étapes.

Plusieurs ABox peuvent être associées à la même TBox. La combinaison d'une TBox et d'une ABox constitue la base de connaissance, *i.e.* l'ontologie sur laquelle vont être mis en œuvre des mécanismes de déduction ou d'inférence. L'inférence est l'opération qui consiste à admettre une proposition en raison de son lien avec une proposition préalable tenue pour vraie. C'est un terme général dont les termes *raisonnement*, *induction*, etc. sont des cas spéciaux. Pour réaliser l'inférence, on utilise un moteur d'inférence qui est un programme réalisant les déductions logiques d'un système expert à partir d'une base de faits (connaissance) et d'une base de règles. L'inférence a lieu au niveau terminologique ou assertionnel.

Au niveau terminologique, l'inférence traite (i) la satisfaisabilité des concepts (trouver les concepts insatisfaisables), (ii) la subsomption (calculer la taxonomie des concepts), (iii) l'équivalence (trouver les concepts équivalents) et (iv) la disjonction (trouver les concepts disjoints).

Au niveau assertionnel, l'inférence traite (i) la cohérence (vérifier que les assertions définies dans la ABox sont cohérentes avec la TBox), (ii) la vérification d'instance (vérifier que chaque instance respecte la définition de son concept), (iii) la vérification des relations (vérifier que les relations de l'instance sont correctement utilisées) et (iv) la réalisation de la ABox (trouver le concept le plus spécifique pour chaque instance).

Il est important de noter que l'ontologie ISyCri a été réalisé à partir du métamodèle présenté précédemment. Il n'existe pas de correspondance directe ni d'outil de conversion automatique entre une représentation sous la forme d'un diagramme de classe UML et une ontologie OWL (malgré l'existence de nombreux travaux de recherche sur ce domaine<sup>14</sup>). Néanmoins, le tableau ci-dessous fournit un certain nombre de correspondances sémantiques entre UML et OWL.

TAB. 2 : correspondances entre UML et OWL

Caractéristiques UML	Caractéristiques OWL
Classe, propriété, type	Classe
Instance	Individu
Association binaire	Propriété
Sous-classe, généralisation	Sous-propriété d'une sous-classe
Association n-aire, classe-association	Classe, propriété
Énumération	OneOf
Navigable / non-navigable	Domaine, range
Disjoint, cover	DisjointWith, unionOf
Multiplicité	MinCardinality, maxCardinality, inverseOf
Dérivée	–

<sup>14</sup> Dragan Duric, *Converting UML to OWL Ontologies*, 2004 ; Lewis Hart *et al.* *OWL FULL et UML 2.0 compared*, 2004 ; Roy Gronmo *et al.* *Transformations between UML and OWL-S*, 2005.

Package	Ontologie
Dépendance	Nom réservé, propriété RDF

La construction de l'ontologie ISyCri soulève trois interrogations principales :

- **exhaustivité** : l'ontologie couvre-t-elle tout le domaine étudié (concepts et relations) ?
- **spécificité** : l'ontologie fournit-elle précisément les concepts et relations nécessaires ?
- **granularité** : l'ontologie est-elle définie au juste niveau de détail ?

La définition des composants de l'ontologie ISyCri s'appuie sur quatre étapes :

- l'identification des concepts et des relations du domaine,
- la désignation (terminologique) des concepts et relations identifiés,
- la définition des concepts et relations (production de définition textuelles),
- la validation des trois points précédents.

Cette approche de construction peut, en outre, être mise en œuvre dans le cadre de trois philosophie :

- **approche ascendante** : l'ontologie est construite par généralisation en partant des concepts des basses couches taxinomiques (création d'ontologies spécifiques),
- **approche descendante** : l'ontologie est construite par spécialisation en partant de concepts des hautes couches taxinomiques (réutilisation d'ontologies),
- **approche centrifuge** : la priorité est donnée à l'identification de concepts centraux et l'on va ensuite les généraliser et les spécialiser (modularité).

En nous appuyant sur les points précédents nous avons construit l'ontologie ISyCri en OWL-DL sur la base du méta-modèle présenté précédemment. Cette ontologie a été conçue à l'aide de l'outil *Protégé*<sup>15</sup> et nous utilisons le moteur de raisonnement *Jess*<sup>16</sup> qui manipule des règles de Horn en SWRL (Semantic Web Rule Language).

## 4. Premier cas d'étude

Dans cette dernière partie de cet article, nous allons nous intéresser à un cas d'étude particulier. Celui-ci concerne une crise humanitaire : le tremblement de terre de Yogyakarta (mai 2006) que nous allons étudier selon le seul point de vue de la croix rouge. Cette restriction peut sembler problématique dans un contexte d'interopérabilité de systèmes d'information d'acteurs hétérogènes intervenant sur la réduction d'une situation de crise. Pour autant deux arguments viennent justifier ce choix :

- tout d'abord, les informations relatives au point de vue de la croix rouge nous ont été accessibles. Elles

<sup>15</sup> Éditeur d'ontologie open-source développé par l'Université de Stanford : <http://protege.stanford.edu/>

<sup>16</sup> Moteur d'inférence open-source fréquemment utilisé avec Protégé.

sont qui plus est nombreuses, cohérentes et homogènes.

- En outre, l'intervention de la croix rouge sur cette crise s'est répartie sur de nombreuses entités (dépendantes de la croix rouge mais quasi-indépendantes entre elles) qui illustrent bien la notion d'hétérogénéité d'acteurs.

L'objectif de cette étude est multiple. Tout d'abord, la première ambition est d'instancier l'ontologie ISyCri afin de vérifier sa capacité à représenter ce type de situation. La seconde ambition concerne la déduction de connaissance qui peut être faite à partir de cette modélisation (en particulier en terme d'éléments de représentation de processus collaboratif de réponse).

En outre, le cas d'étude présenté dans cet article a été instancié sous *Protégé*. Néanmoins, afin de faciliter la lecture, nous présenterons dans ce document une version plus « visuelle » de cette instanciation sous la forme de diagrammes construits par le biais d'un outil de modélisation graphique qui reprennent exactement le contenu du fichier OWL.

#### 4.1 Présentation du cas d'étude

Le tremblement de terre de Yogyakarta est une crise intéressante sur de nombreux points. Pour commencer, c'est un cas extrêmement bien renseigné, dans lequel le système de traitement s'est révélé relativement efficace par rapport aux cas connus jusque là. Le traitement de cette crise met en exergue un certain nombre de bonnes pratiques qui permettent une réduction satisfaisante de la criticité d'une telle situation. En outre, elle intervient dans un contexte assez particulier, où une préparation de crise avait eu lieu en prévision d'une possible éruption du Mérapi, volcan tout proche de l'agglomération de Yogyakarta. Elle se caractérise donc par une certaine complexité et une dynamique forte. Tous ces éléments recouvrent le domaine d'étude pris en considération dans les travaux du projet ISyCri.

L'étude s'est concentrée sur la réponse donnée par la Croix Rouge à la crise de Yogyakarta. Outre l'avantage de présenter une littérature bien complète, grâce à la publication de nombreux bulletins d'informations sur le site de la Fédération Internationale (<http://www.ifrc.org>), ce cas particulier met en scène de nombreux acteurs internationaux différents et hétérogènes, bien que regroupés sous la même bannière (IFRC et Sociétés Nationales), et pose le problème de leur coordination.

Cette crise intervient en outre dans un contexte de refonte de l'organisation de la Croix Rouge. Pour pouvoir répondre plus rapidement, des RLU<sup>17</sup> (Panama, Dubaï et Kuala Lumpur) ont été mis en place. Ces unités de réponse d'urgence doivent mettre à disposition, d'une part, des stocks avancés de produits de première nécessité pour répondre à une crise et, d'autre part, du personnel qualifié au plus proche des lieux de la catastrophe. Une fois la crise

déclenchée, ces unités servent de point de réception des marchandises provenant des Sociétés Nationales de la Croix Rouge.

#### 4.2 Instanciation de l'ontologie

Afin de tester la robustesse de l'ontologie, cette dernière a été instanciée à partir des données connues (main courante) concernant la crise. Les figures 8, 9 et 10 présentent les instances obtenues relatives aux trois sous-systèmes du métamodèle proposé, soit la caractérisation de respectivement la « crise », le « système de traitement » et le « système d'étude ». On trouve notamment la nature des concepts instanciés (symboles spécifiques et police d'écriture plus petite), le nom de l'instance (écriture plus grande), ainsi que les relations entre les instances (issues des relations entre concepts).

Par ailleurs, le fait qu'une éruption volcanique était anticipée à quelques kilomètres du lieu de la crise a pu être intégré. Il s'agit d'un facteur de complexité majeur. Le volcan ayant repris son activité quelques semaines plus tôt (danger) faisait craindre une éruption dévastatrice (risque). Le tremblement de terre a impacté ce risque, augmentant la probabilité de survenue d'une éruption engendrée par la secousse. La crise aurait alors pu devenir multipolaires et évoluer géographiquement, car des populations non touchées par le séisme auraient pu se voir évacuées, augmentant ainsi le nombre de déplacés et donc de sans abris à loger de manière temporaire. Cette occurrence n'a pas eu lieu. Néanmoins, l'utilisation de ressources matérielles et humaines présentes à proximité (correspondant à des services exceptionnels) a été considéré dans l'instance du processus de traitement (Figure 5) de la crise « tremblement de terre ». Le méta modèle semble donc adaptable et surtout flexible vis-à-vis du processus collaboratif mis en œuvre.

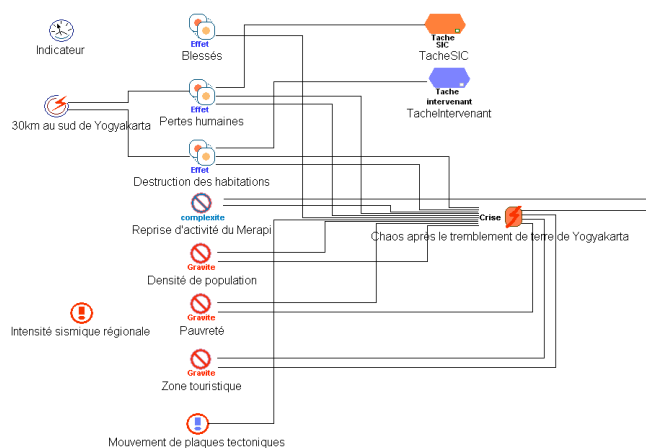


FIG. 8. INSTANCE DU SOUS-SYSTÈME « CRISE »

Ainsi l'instance présentée montre notamment que c'est la somme de plusieurs facteurs de gravité qui a participé à la naissance de cette crise. A Yogyakarta, la densité de population dans la zone, la pauvreté de ces populations qui les rendent plus vulnérables, ainsi que le fait qu'il s'agisse

<sup>17</sup> Regional Logistics Units, unités logistiques locales

d'une zone touristique constituent autant de facteur de gravité négatifs, qui tendent à alourdir le bilan.

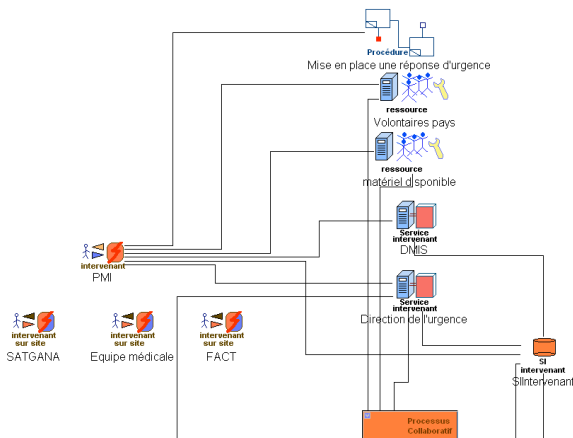


FIG. 9. INSTANCE DU SOUS-SYSTÈME « TRAITEMENT »

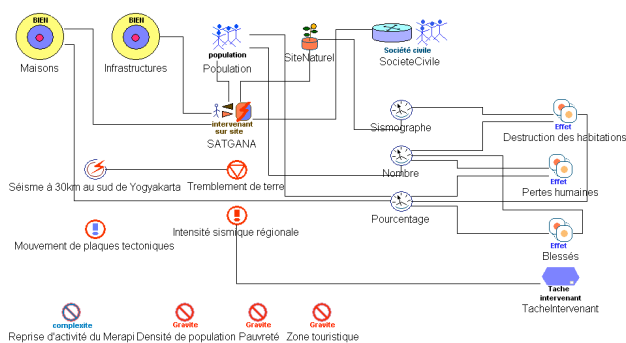


FIG. 10. INSTANCE DU SOUS-SYSTÈME « ÉTUDE »

Enfin, l'instance réalisée a permis de souligner que l'ontologie pouvait également servir de cadre à des crises pour lesquelles aucun signe précurseur n'était détecté. Il s'agit d'une originalité par rapport aux crises déjà instanciées (cas de la rupture possible d'un barrage suite à de fortes intempéries mesurées et à une panne détectée). L'ontologie permet d'instancier les évolutions du processus de réponse enregistrées en réaction à l'évolution d'effets tels que « destruction des habitations » ou « perte de vies humaines ». On remarquera que ces effets sont quantifiables par des indicateurs valués et typés même s'il est souvent difficile d'évaluer immédiatement et avec précision leur ampleur (Figure 10).

## 5. Conclusion

Cet article présente l'état d'avancement du projet ISyCri au premier tiers de sa durée totale (huit mois sur vingt-quatre). Ce projet s'intéresse à l'intégration des partenaires de la résolution de crise au travers de l'interopérabilité de leur systèmes d'information. Le projet propose de positionner un système d'information médiateur (SIM) au sein de la collaboration afin d'assurer un certain nombre de fonctions incontournables de l'interopérabilité (telles que la traduction et le transfert de données, le partage de

services et d'application ou encore l'orchestration de processus collaboratif). Le projet ISyCri ambitionne au final de fournir une méthode de conception de ce SIM. Il est important de noter que ce projet est structuré selon trois parties : (i) la caractérisation de crise et la déduction de processus collaboratif approprié, (ii) l'étude de l'architecture technique du SIM et (iii) l'étude et l'expérimentation de l'agilité du SIM. Il est clair que dans un contexte de crise, les notions d'adaptabilité et de flexibilité du SIM sont incontournables tant l'imprévisibilité de la situation est incontestable. La vraie question est alors « comment inclure cette agilité et les éventuelles boucles d'évolution dans la méthode de conception du SIM ? ». Nous pensons que l'utilisation d'une ontologie, au niveau de la caractérisation de la crise (c'est à dire tout au long de la durée de vie du « système crise »), peut permettre d'établir un lien fort entre le modèle de la crise (*i.e.* la vision que les acteurs collaborant peuvent faire remonter du terrain) et le processus de résolution mis en œuvre. Cette connexion peut permettre d'améliorer l'adéquation entre les deux en favorisant le fait que le processus « colle » et « suive » au mieux l'évolution de la situation de crise. Le métamodèle et les mécanismes ontologiques présentés dans cet article constituent les premiers résultats tendant à avancer dans cette voie.

## 6. Remerciements

Les auteurs de cet articles partagent en fait la rédaction de cet article avec tous les partenaires du projet :

- Ecole des Mines d'Alès : Thomas Lambolais et Jacky Montmain,
- Université de Toulouse 1 : Eric Andonof, Christophe Sibertin-Blanc et Omar Tahir,
- EBMWebSourcing : Nicolas Salatgé,
- Thalès Communications : Olivier Sagnes,
- Ecole des Mines d'Albi-Carmaux : Didier Gourc, Jacques Lamothe, Emmanuelle Montsarrat, Hervé Pingaud, Jihed Touzi, Sébastien Truptil.

## Références

- [1] Rose Dieng – Ontologies for knowledge management.
- [2] Dragan Duric – Converting UML to OWL Ontologies.
- [3] Roy Gronmo, Michael Jaeger, Hjordis Hoff – Transformations between UML and OWL-S. 2005.
- [4] Thomas Grubber – A translation approach to portable ontologies. 1993.
- [5] Lewis Hart – OWL FULL and UML compared. 2004.
- [6] Francis Lapique – Le langage d'ontologie Web OWL.
- [7] Michele Missikoff – Ontologies for interoperability : a systematic overview. 2006.
- [8] Natalya Noy, Deborah McGuinness (A. Angieli) – Guide pour la création de votre première ontologie.
- [9] Martin O'Connor, Holger Knublauch, Samson Tu, Mark Musen – Writing Rules for the Semantic Web Using SWRL and Jess.

[10] Frédéric Bénaben, Jean-Paul Pignon, Chihab Hanachi Jean-Pierre Lorré, Vincent Chapurlat – System interoperability in a crisis context. ICSSEA07.