

Système de veille préventive : modélisation par organisations d'agents

H. Boukachour, G. Simon, M. Coletta, T. Galinho, P. Person, F. Serin

Laboratoire d'Informatique du Havre,
25, rue Ph. Lebon

76058 Le Havre Cedex, France

{Hadhoum.Boukachour,gsimon,coletta,person,serin}@iut.univ-lehavre.fr

thierry.galinho@univ-lehavre.fr

Résumé

Dans cet article, nous proposons des spécifications et une architecture de système de veille préventive pour l'aide à la gestion des risques industriels. Cette architecture repose sur une modélisation par organisations d'agents. L'objectif d'un tel système est de surveiller de façon permanente l'état courant des zones industrielles, appelé situation courante, afin de permettre aux décideurs d'avoir le plus tôt possible des informations sur le risque potentiel engendré par cette situation courante. Nous avons spécifié un système qui doit d'une part faire un état des lieux en temps réel de la situation courante, et d'autre part évaluer cette situation en termes de risques potentiels. Cette évaluation repose sur la comparaison avec des scénarios de crise passés. Nous présentons les différentes organisations d'agents impliquées dans ces deux tâches. Nous proposons en particulier un processus de raisonnement par analogie multi-agents s'inspirant de techniques de Raisonnement à Partir de Cas adaptées à la fois au domaine et au contexte multi-agents. Un système de veille préventive pour la zone industrielle du Havre est actuellement en cours de développement.

Mots clef : Système d'information, Aide à la décision, Système multi-agents, Raisonnement à Partir de Cas.

Thèmes

Système d'information et ingénierie des connaissances, gestion des connaissances et mémoire d'entreprise.

1 Problématique

Les Systèmes d'Information et de Communication (SIC) sont usuellement les systèmes chargés d'aider les décideurs, gérant les interventions dans les situations d'urgence, à prendre les bonnes décisions [3] [7].

Une situation d'urgence est caractérisée par une rupture dans une organisation socio-économique nécessitant une intervention et un traitement immédiats [23]. C'est, par exemple, un accident technologique ou écologique grave

dont les traitements différés voire l'absence de traitement peuvent avoir des conséquences estimées très importantes jusqu'à laisser évoluer l'accident en catastrophe, puis éventuellement en crise. La crise sera la situation limite, la rupture organisationnelle où la gestion du phénomène se limitera à faire les meilleurs choix de sauvegarde de certaines fonctionnalités et la perte plus ou moins consentie de certaines autres [4].

Dans [11] et [21] un prototype de système de gestion de situation d'urgence est proposé. Ce prototype permet de faire communiquer des acteurs décisionnels en prenant en compte tous les aspects d'une communication pendant la gestion d'une situation d'urgence. Son principal objectif est de permettre aux différents acteurs de cerner le plus rapidement possible les éléments importants émergeant du discours global de l'ensemble des acteurs. Cela contribue à gérer les différences de vocabulaire et de points de vue qui, dans une situation d'urgence, peuvent empêcher les différents acteurs de se comprendre et donc d'analyser la situation. Cela permet également d'éliminer autant que possible les informations non pertinentes, par rapport à la situation courante, qui peuvent être introduites dans le système.

Notre travail étend les travaux effectués par S. Durand et F. Lesage. Il s'appuie sur une couche basse similaire à celle de ces travaux. En revanche les couches hautes sont très différentes. En effet, nous proposons un système de veille préventive permettant, en tout premier lieu, d'aider les acteurs à faire un état des lieux de la situation courante en se fondant, à la fois sur le discours des acteurs, et également sur des données provenant de différentes sources d'informations (bases de données, capteurs,...). Le but n'est donc plus d'améliorer le dialogue entre les acteurs mais plutôt de se former une image la plus fidèle possible des éléments importants, voire déterminants, de la situation courante afin d'optimiser la prise de décision nécessaire à la gestion de la situation d'urgence. Autrement dit, le système doit aider les acteurs à analyser la description de la situation courante. Il s'agit de passer d'une description exhaustive et factuelle de la situation à une description de niveau connaissance permettant de caractériser synthétiquement cette situation. Ce système doit donc surveiller de façon permanente l'état de la situation courante (d'un sous-ensemble d'une zone industrielle par exemple) et construire, en temps réel, une représentation

de cet état. Pour ce faire, il doit, à partir des informations qui sont à sa disposition, faire apparaître les éléments importants et pertinents de la situation courante. Il doit ensuite transformer ces éléments en connaissances utilisables pour les acteurs notamment si la situation présente les caractères d'une situation d'urgence. Nous sommes donc face à un problème de représentation des connaissances (représenter la situation courante) présentant un enjeu particulier : celui de l'évolution rapide dans le temps des connaissances à représenter. Il faut donc un mode de représentation ainsi que des mécanismes de traitement compatibles avec cette caractéristique.

De plus, nous sommes également devant un problème de capitalisation de connaissances. Nous souhaitons, en effet, que le système soit également capable d'évaluer une situation suite à un incident afin d'anticiper au mieux les conséquences potentielles. Le but est ici d'améliorer le processus de décision des acteurs en leur fournissant le plus tôt possible des informations non seulement sur ce qui se passe mais également sur ce qui pourrait se passer. Cette évaluation peut se faire en capitalisant les connaissances acquises au cours de situations d'urgence déjà traitées. L'idée consiste donc à raisonner par analogie en comparant les éléments importants caractérisant la situation courante avec la description de situations passées afin de voir si les conséquences qu'ont pu avoir ces situations sont susceptibles de se reproduire pour la situation courante.

Les SIC classiques de gestion de crises ne permettent pas, à l'heure actuelle, de prendre en compte l'ensemble des aspects et fonctionnalités évoqués précédemment. C'est pourquoi nous avons décidé de spécifier un système à part entière permettant de mettre en œuvre ce type de tâches. Précisons que l'expression du besoin de ces fonctionnalités résulte, entre autres, d'entretiens avec des gens de terrain, notamment des pompiers et des industriels du Havre. Dans cet article nous présentons les fonctionnalités du système de veille préventive, son architecture et ses différents composants. Le système de veille préventive est fondé sur une modélisation par organisations d'agents en couches. Le paradigme agent permet de prendre en compte la composante dynamique induite par l'évolution de la situation. Dans une première partie, nous présentons l'architecture globale du système de veille préventive (c'est-à-dire une décomposition en composants ainsi que le rôle de ces composants) ainsi qu'un résumé des objectifs précédemment présentés. Dans une deuxième partie, nous spécifions les organisations d'agents impliquées dans le fonctionnement du système.

2 Description du système de veille préventive

2.1 Objectifs

Le système de veille préventive se conçoit comme le complément à la gestion de crise. C'est un auxiliaire de présentation de l'information et une aide à la décision. Il a pour

but de centraliser les informations courantes. Il fournit l'état courant de la situation dans les domaines concernant la situation potentiellement à risque.

Le système de veille préventive (SVP) reçoit des faits, des informations venant de différentes sources, l'avertissant d'une anomalie ou d'un incident. Il doit :

1. représenter ces informations, alimentant ainsi la description de la situation courante ;
2. situer ces informations dans le contexte courant par exemple en les complétant ;
3. prévoir les évolutions possibles de la situation en fournissant les conséquences de celle-ci ;
4. automatiquement demander des compléments d'information si nécessaire ;
5. augmenter dynamiquement la pertinence de la description de la situation au fur et à mesure de l'arrivée de nouvelles informations.

L'objectif est de concevoir un système dont l'architecture est réutilisable pour différents types de risques industriels. Une partie des connaissances est bien sûr spécifique à chaque application.

2.2 Architecture générale du système

Le SVP est constitué de trois interfaces et d'un noyau reposant sur différentes organisations d'agents. Les interfaces sont (figure 1) :

- une Interface Homme-Machine (IHM) en communication avec les acteurs ;
- une interface de requêtes ayant accès aux différents Systèmes d'Information (SI) ;
- une interface *conjecturale* ayant accès à une base de scénarios mémorisant les situations passées.

Le noyau du système est à l'intersection de ces trois interfaces et leur permet de communiquer. Dans cet article, nous nous intéressons plus particulièrement à l'interface *conjecturale*. Les deux autres interfaces sont développées dans Boukachour [5].

2.2.1 Interface Homme-Machine

L'IHM est le lien direct et visible entre les acteurs et le SVP. Ce lien est constitué par un sous-système qui choisit les informations à communiquer en fonction du *profil* de chaque acteur. Pour ce faire, ce sous-système essaie d'adapter non seulement la nature des informations communiquées, mais également leur pertinence et leur précision : il n'est pas souhaitable de submerger un acteur qui doit, par hypothèse, agir efficacement.

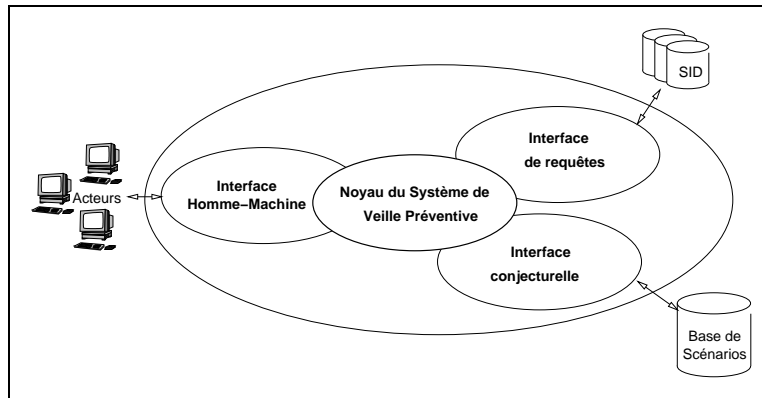


FIG. 1 – Architecture générale du système

2.2.2 Interface de requêtes

Le nombre des Systèmes d'Information peut être extrêmement important. Ces SI ont généralement des formats divers. Cette hétérogénéité est gérée par l'*interface de requêtes*.

Parmi les divers SI, citons les Systèmes d'Information Géographique (SIG), les bases de données météorologiques, les SI sur les trafics routiers, ferroviaires, fluviaux ou maritimes.

Cette interface constitue le lien entre le système de veille préventive et les SI. C'est un sous-système interprétant les demandes d'information du système central (le noyau) en requêtes envoyées à un ou plusieurs SI. Les réponses sont filtrées, assemblées, voire comparées, afin de fournir une réponse homogène la plus complète possible.

L'interface des requêtes doit être dotée d'un dispositif de surveillance (ou d'avertissement) permettant d'apporter en différé un complément ou une rectification à une précédente requête. En effet, pour assurer une forte réactivité du SVP, il est nécessaire de programmer des temps de réponse courts. Cette contrainte doit être naturellement associée à la possibilité de corriger une information de nature dynamique. Chaque requête doit donc être accompagnée d'un délai de réponse et d'un délai de correction.

2.2.3 Interface conjecturelle

Comme vu précédemment, une manière possible d'évaluer la situation en terme de conséquences potentielles consiste à essayer de la rapprocher de situations passées similaires. Cela permet en effet de mettre en œuvre une forme de prédiction de l'évolution potentielle de la situation en s'appuyant sur les conséquences qu'ont pu avoir les situations passées desquelles la situation actuelle est proche. Les situations passées sont stockées dans des scénarios regroupés dans une base de scénarios. Une partie de l'interface est en contact avec l'IHM et lui fournit des indications sur les perspectives d'évolution de la situation (évolutions probables ou possibles).

3 Les différentes organisations d'agents du système

3.1 Introduction

Actuellement, la technologie des systèmes multi-agents (SMA) a trouvé sa place dans plusieurs domaines d'application tels la gestion des réseaux, la recherche d'informations, le commerce électronique et la planification des tâches. L'article de Jennings [19] présente un ensemble d'exemples plus complets de telles applications. On peut citer par exemple :

- Le système GUARDIAN [17] qui a pour but de gérer les soins aux patients d'une unité de soins intensifs chirurgicale.
- Le système **NetSA** (pour Networked Software Agents) qui est un SMA coopératif, développé à l'université Laval [8], destiné à collecter et gérer de l'information au sein d'environnement hétérogènes riches en informations, similaires à celui dans lequel notre système est susceptible de s'insérer.

Nous suivons Gasser [14], pour qui une organisation d'agents est constituée de trois éléments :

1. un ensemble d'agents ;
2. un ensemble de tâches à réaliser ;
3. un ensemble d'objets associés à l'environnement.

Un agent peut prendre la responsabilité d'effectuer une tâche s'il en a la capacité. Il prend alors un rôle dans le groupe. La réalisation d'une tâche suppose la manipulation d'objets de l'environnement.

On peut définir une organisation comme une structure "*pattern*" décrivant comment ses membres sont en relation et interagissent afin d'atteindre un but commun. Cette structure peut être *statique*. Dans ce cas, les agents peuvent être groupés a priori par le programmeur pour réaliser une tâche

commune. L'organisation peut être également *dynamique*. Dans ce cas, l'organisation résulte d'interactions entre les agents et apparaît dynamiquement durant l'exécution du système [1] [2].

La notion de système, dans l'approche usuelle de conception, est basée sur la création d'un ensemble d'algorithmes et de structures de données sur lesquelles ces algorithmes vont opérer. On se place toujours dans le cadre de la résolution de problèmes, le système ayant un état de départ, prenant ensuite des données en entrée, les traitant et donnant en sortie un ou plusieurs résultats pris dans l'ensemble des solutions possibles. Cependant, le système de veille préventive que nous proposons ne doit pas se contenter de résoudre un problème. Il doit aider à modéliser une vision de la situation courante à gérer. Plus précisément, les caractéristiques de ce système sont les suivantes :

- il doit représenter et suivre l'évolution rapide de la situation. Pour cela, le modèle utilisé doit être souple, flexible et adaptable en cours d'exécution à tous les changements qui peuvent survenir. Le système doit être capable de se reconfigurer au fil du temps.
- les traitements effectués, tant au niveau de l'extraction de l'information que de l'analyse de celle-ci sont complexes.
- les services et les acteurs sont totalement distribués géographiquement et considérés comme hétérogènes.

L'ensemble de ces caractéristiques, nous a conduit à choisir le paradigme agent et par conséquent de système multi-agents (SMA) [25] pour mettre en œuvre notre système. Le modèle multi-agents permet, notamment, de prendre en compte plus facilement l'évolution de la situation courante à gérer par des modifications se traduisant par une réorganisation des agents du système représentant cette situation [15]. La structuration en couches est proche de celle proposée dans Marcenac [22]. Nous disposons d'une couche basse (agents aspectuels) pour faire émerger les aspects importants de la situation courante. Les couches de niveaux supérieurs, composées d'agents plus cognitifs, permettent d'analyser et d'exploiter l'émergence afin de dégager des connaissances utiles à la prévention du risque. Nous allons maintenant présenter les différentes organisations statiques et dynamiques du système.

3.2 Description des organisations d'agents

L'architecture du système de veille repose sur plusieurs ensembles et organisations d'agents. Leur but est, à la fois, de mettre en œuvre une représentation en temps de réel de l'évolution de la situation et de permettre une évaluation de celle-ci par comparaison avec des situations passées stockés dans des scénarios. Les différentes organisations d'agents constituant le système de veille préventive sont schématisées

en figure 2. Nous travaillons plus précisément actuellement à la spécification et au développement des organisations d'agents aspectuels, d'agents de morphologie et d'agents de prédiction ainsi qu'à la modélisation des scénarios.

3.2.1 Organisation d'agents d'interface

Ces agents gèrent la diffusion d'informations vers les acteurs. Leur rôle est d'adapter cette diffusion aux contraintes de chaque acteur et de choisir en particulier la bonne forme de présentation des informations à communiquer. Certains sont dédiés à la gestion du profil des acteurs et d'autres à la présentation des informations à l'interface en fonction de l'évolution du système au fil du temps.

3.2.2 Organisation d'agents aspectuels

La situation courante est représentée par une organisation d'agents dits "aspectuels" inspirée des travaux de Durand [11] et Lesage [21]. Un agent aspectuel représente, comme son nom l'indique, un aspect de la situation, c'est-à-dire, un élément très partiel. Cet aspect est modélisé par un trait sémantique [10]. Un trait sémantique est un triplet (objet, qualification, valeur) : l'*Objet* dont on parle, la *Qualification* correspondant à un attribut de l'objet et la *Valeur* de cette qualification. Chaque trait sémantique, et donc chaque agent aspectuel, représente une information liée à la situation courante, dont on ne sait a priori si elle est importante ou pas. Le but du fonctionnement de l'organisation d'agents aspectuels va justement consister à faire "émerger" les agents, et donc les traits sémantiques, les plus pertinents pour la description courante de la situation. Pour ce faire, un agent aspectuel de l'organisation, portant le trait sémantique TA, va se renforcer à chaque fois qu'un nouveau trait sémantique arrivant dans le système est jugé proche sémantiquement par l'agent de TA. À l'inverse, un agent aspectuel va s'affaiblir s'il reçoit des traits sémantiques opposés au sien. Au bout d'un certain temps, les différents agents vont même entrer en concurrence pour essayer "d'imposer" leur trait sémantique par l'intermédiaire d'un mécanisme d'agression. Les renforcements se traduisent par la ré-évaluation continue de trois attributs caractérisant chaque agent aspectuel (outre son trait sémantique) : la facilité, la vitesse et la suprématie de l'agent. La sémantique de ces trois critères est explicitée dans le paragraphe 3.2.3. D'autre part, la proximité sémantique entre traits sémantiques est pour le moment évaluée par une mesure reposant sur une simple matrice de valeurs de proximité entre termes qu'il est difficile de construire dans un cas réel. C'est pourquoi nous sommes, à l'heure actuelle, en train de construire une ontologie du domaine des traits sémantiques nécessaires à la caractérisation d'une situation courante. Cette ontologie sera mise à disposition de chaque agent aspectuel pour évaluer la ressemblance ou non entre le trait sémantique qu'il porte et le nouveau trait sémantique. Une telle ontologie devra permettre par exemple de rapprocher les traits sémantiques (fuite, type, gaz) et (fuite, type, propane). De plus, nous sommes actuellement en train

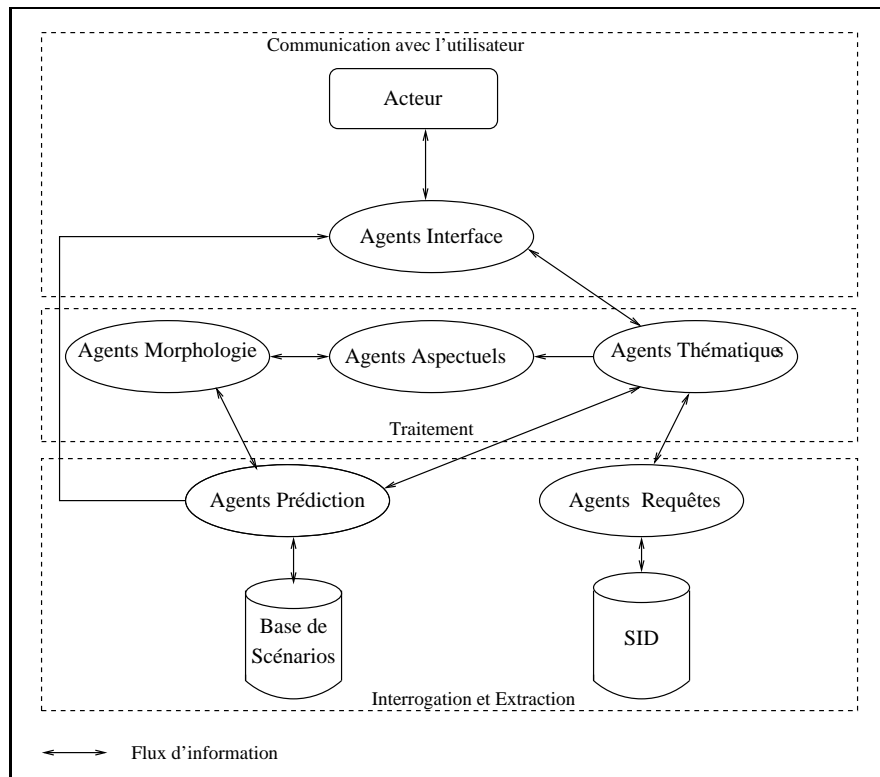


FIG. 2 – Les différentes organisations d’agents du système

de définir une mesure de similarité permettant d’évaluer la proximité entre termes. Cette mesure repose sur l’ontologie et sur des critères de proximités temporelle et spatiale.

Les agents de cette organisation vont donc se renforcer ou au contraire s’affaiblir en fonction des nouveaux traits sémantiques générés par l’évolution de la situation. Cette propriété permet de bénéficier de mécanismes d’émergence, résultant de reconfigurations dynamiques et successives de l’organisation, représentant une sorte de résumé de l’état courant de la situation.

3.2.3 Les agents de morphologie

Le but de ces agents est d’obtenir une vue synthétique de l’organisation d’agents aspectuels. Pour ce faire, les agents de morphologie doivent identifier des groupes d’agents aspectuels similaires du point de vue de leur développement dans le temps. L’idée est que si l’on parvient à identifier un groupe d’agents aspectuels en fort développement pendant une même période, il est très probable que, vu le mécanisme de renforcement de ces agents, il s’agisse d’agents portant des traits sémantiques importants vis-à-vis de la situation courante. Cette vue synthétique repose sur la notion de forme d’une organisation d’agents telles que présentée dans [21] [7]. Cette forme doit mettre en évidence les aspects émergents de l’organisation.

Le développement d’un agent aspectuel est évalué en exploitant, entre autres, les trois critères précédemment cités :

la facilité, la vélocité et la suprématie [21]. Voici leur signification :

- *la facilité*, indique si l’agent a plus ou moins de mal à se développer ;
- *la vélocité*, indique à quelle vitesse un agent se développe (intégration de la facilité par rapport au temps) ;
- *la suprématie*, renseigne sur le niveau de développement de l’agent (intégration de la vélocité par rapport au temps).

Si l’on prend une métaphore mécanistique, la facilité peut être vue comme l’accélération, la vélocité comme la vitesse et la suprématie comme la distance. La facilité d’un agent aspectuel est influencée positivement par des traits sémantiques proches de celui porté par l’agent et négativement par les agressions subies. L’ensemble de ces trois critères permet d’aider à caractériser la trajectoire d’un agent dans son organisation et ainsi de se faire une idée de son développement.

Nous étudions actuellement la possibilité d’utiliser des algorithmes de clustering [24] pour identifier ces groupes d’agents. Dans ce contexte, chaque agent de morphologie représente un cluster. En effet, la tâche des agents de morphologie peut être vue comme le fait de considérer les agents aspectuels dans un espace à n dimensions correspondant au nombre de critères utilisé pour caractériser les agents aspectuels. Leur but est de repérer dans cet espace des groupes

d'agents aspectuels proches. Ainsi il y a dans le système autant d'agents de morphologie que de groupes identifiés. Ces agents de morphologie évoluent parallèlement à l'organisation d'agents aspectuels. En particulier, si certains agents aspectuels d'un groupe donné finissent par avoir des valeurs de certains des trois critères très à l'écart de la moyenne du groupe, le groupe finit par disparaître et l'agent de morphologie qui lui correspond également.

3.2.4 Organisation d'agents de requête

Ces agents sont capables d'interroger les systèmes d'information auxquels ils ont accès afin de répondre aux requêtes qui leur sont envoyées aussi bien par les agents thématiques que par les agents de prédiction. Ils peuvent, également, de manière autonome, envoyer au système de nouvelles informations permettant d'alimenter, et de compléter, la représentation de la situation courante.

3.2.5 Organisation d'agents thématiques

Un agent thématique est spécialisé dans un domaine précis, par exemple la météo. Toute demande d'information sur la météo va être traitée par cet agent qui va envoyer la ou les requêtes aux différents agents de requêtes liés à des bases de données météo.

Les rôles d'un agent thématique sont les suivants :

- traduire les informations brutes en provenance des agents de requêtes ou de l'acteur en traits sémantiques puis envoyer ces traits sémantiques aux agents aspectuels. Pour ce faire les agents thématiques doivent disposer d'une ontologie du domaine qu'ils couvrent.
- traduire les demandes d'information en provenance de l'acteur (via les agents d'interface) ou en provenance des agents de prédiction (complément d'information) en requêtes avant de les envoyer aux agents de requêtes. Pour cela, l'agent thématique doit avoir une connaissance complète des agents de requêtes liés aux SI relatifs au domaine qu'il couvre.
- traiter des informations en provenance des agents de requêtes afin de les envoyer aux acteurs (via les agents d'interface).

La figure 3 synthétise les différentes interactions de l'organisation des agents thématiques avec le reste du système.

3.2.6 Les agents de prédiction

Ces agents sont chargés d'évaluer la situation courante. Évaluer signifie être capable de cerner, dans la situation courante, certains éléments susceptibles d'engendrer des conséquences importantes. La prédiction doit être évolutive afin de tenir compte de l'évolution de la situation courante. Elle repose sur une comparaison avec des situations antérieures

décrites dans les scénarios de la base de scénarios. Ce processus s'inspire de techniques de raisonnement à partir de cas [20] adaptées à un contexte multi-agents et évolutif.

Nous nous intéressons donc à des mécanismes de raisonnement à partir de cas pour l'aide à la décision [13], [12]. Nous devons, de plus, tenir compte dans la représentation des scénarios de l'aspect temporel. Nous rejoignons en cela des travaux tels que ceux de [9]. Par rapport aux travaux précédents, nous ne disposons pas de critères fixes permettant de décrire chaque scénario. En effet, le type de risque et d'éventuelle intervention n'est pas prédéterminé.

Les scénarios peuvent être conçus en se fondant sur des rapports d'intervention sur le terrain. Dans notre système, les scénarios doivent permettre de caractériser les aspects déterminants (vis-à-vis du déclenchement) de la situation passée. Pour ce faire, ils doivent contenir une liste de traits caractéristiques de la situation mémorisée et tout particulièrement de sa gravité en terme de conséquences. Nous étudions par exemple, actuellement, un cas réel de crise commençant par une fuite de propane au niveau d'une vanne dans une zone identifiée. Ce cas se poursuit par l'arrivée inopinée d'un véhicule civil dans la zone ce qui provoque une explosion. Cette explosion engendre elle-même des blessés, des dégâts supplémentaires etc. Le scénario associé à ce cas doit au moins contenir des traits sémantiques relatifs à la fuite de propane et à la présence de la voiture dans la même zone qui sont les deux faits marquants, au départ, de cette situation. Ces traits sont construits de la manière suivante :

- (fuite, type, propane) ;
- (fuite, localisation, zone 1) ;
- (voiture, localisation, zone 1) ;
- (explosion, localisation zone 1).

Le scénario doit également contenir des informations relatives aux conséquences de ces faits. À chaque scénario est associé un agent de prédiction. Au fur et à mesure de l'arrivée des traits sémantiques dans le système, et donc de l'évolution de la population d'agents aspectuels, les agents de prédiction vont plus ou moins se renforcer. Le principe est que, globalement, plus se développeront fortement des agents aspectuels qui sont en plus présents dans un même scénario, et plus l'agent de prédiction correspondant au scénario en question devra se renforcer.

Pour connaître la force, c'est à dire l'importance, des agents aspectuels, les agents de prédiction s'appuient sur le contenu des agents de morphologie. Dès qu'un agent de prédiction devient à son tour suffisamment fort, le scénario auquel il est associé, et en particulier les conséquences que ce scénario a eu dans le passé, doivent être fournis aux acteurs utilisateurs du système. En revanche, si la situation courante ne renforce suffisamment aucun agent de prédiction, c'est qu'elle correspond à une situation non encore traitée par le

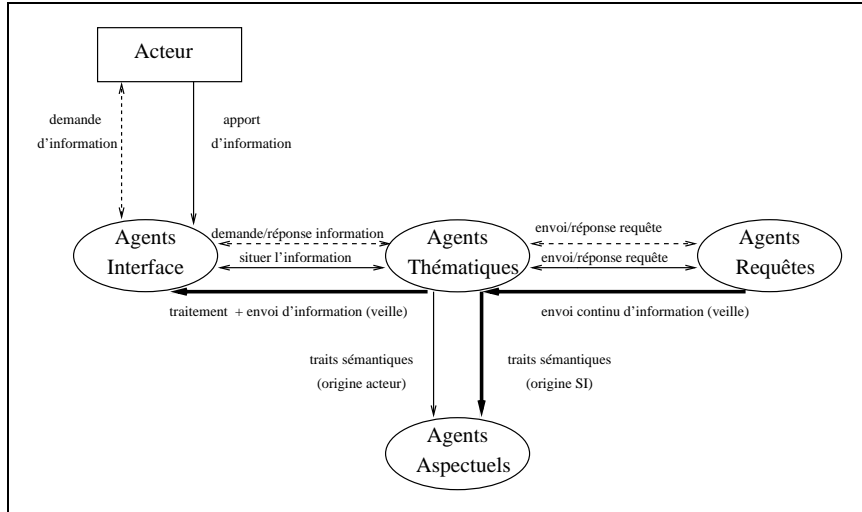


FIG. 3 – Les différents rôles des agents thématiques.

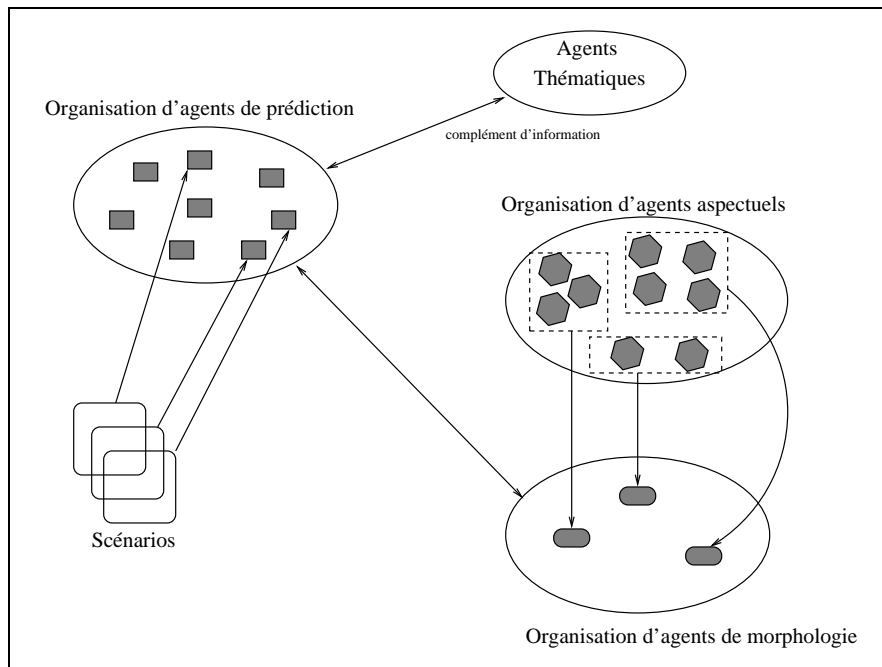


FIG. 4 – Évaluation de la situation courante

système. Il faut dans ce cas créer un nouveau scénario décrivant cette nouvelle situation permettant au système d'acquies de nouvelles connaissances. Pour constituer ce scénario, on peut utiliser les agents de morphologie correspondant aux groupes d'agents aspectuels se développant le plus rapidement et les considérer comme mettant en avant les traits sémantiques les plus représentatifs de la situation courante. On peut donc ensuite constituer le scénario à partir de ces traits sémantiques.

Le principe générale d'évaluation de la situation courante par comparaison avec des scénarios est synthétisé dans la figure 4.

4 Conclusions et perspectives

Nous avons présenté une spécification de système de veille préventive. Ce système repose sur une modélisation par organisations d'agents permettant d'une part de représenter en temps réel l'évolution de la situation courante du site industriel surveillé et d'autre part d'évaluer cette situation par comparaison avec des situations passées stockées dans des scénarios.

Un prototype de système de veille préventive permettant la surveillance des sites industriels de la région havraise est en cours de réalisation de façon distribuée au moyen de la technologie CORBA [18]. Notre système reposant sur l'utilisation d'agents, nous avons besoin d'une plate-forme de développement. Notre choix s'est porté sur la plate-forme Madkit [16] développée au LIRMM à Montpellier. Le langage de développement est le langage Java. Nous avons à l'heure actuelle, grâce à cette plate-forme, mis en œuvre une couche d'agents aspectuels conforme aux spécifications présentées dans cet article. La mise en œuvre des systèmes d'information se fait au moyen de systèmes de gestion de bases de données.

Nous commençons à l'heure actuelle, un travail d'étude et de modélisation sur des cas réels d'interventions en collaboration avec les pompiers. Cette étude va nous permettre de préciser et de spécifier le contenu des scénarios. À partir de cette spécification, nous pourrions complètement mettre en œuvre le processus de comparaison avec les scénarios du système. En particulier, nous affinerons la définition des critères descriptifs des agents aspectuels nécessaires à la caractérisation de la situation courante. Cette étude va également nous permettre de guider notre choix d'algorithme de clustering pour la caractérisation de la population d'agents aspectuels.

À plus long terme, nous envisageons une nouvelle voie pour la prédiction reposant sur la génétique d'agents [6]. Cette approche est un complément de l'approche morphologique. Nous proposons d'utiliser la génétique sur les agents aspectuels. Dans l'approche morphologique, la population d'agents aspectuels évolue en fonction des informations extérieures. Au fil du temps le système essaye d'évaluer si la situation courante se rapproche ou non d'un scénario. La

technique génétique ne s'appuie plus sur ce fonctionnement mais part d'un état "gelé" de la population d'agents aspectuels représentant la situation courante à un instant t et essaie de voir, si en faisant évoluer génétiquement cette population et non plus en fonction d'évènements extérieurs, elle peut converger vers un autre type de population et par conséquent vers un scénario déjà connu. Cette technique permettrait d'accélérer dans certains cas, le processus de prédiction.

Références

- [1] C. Baeijs et Y. Demazeau. Les organisations dans les systèmes multi-agents. In *4eme journée nationale du PRC-IA sur les Systèmes Multi-Agents*, Toulouse, France, 1996.
- [2] C. Baeijsi. *Fonctionnalité émergente dans une société d'agents autonomes*. PhD thesis, INP Grenoble, 1998.
- [3] M. Bares. *Système de commandement, Éléments pour une prospective*. Polytechnica, 1996.
- [4] E. Borodzicz, J. Aragonés et N. Pidgeon. Risk communication in crisis: meaning and culture in emergency response organizations. In *European Conference on Technology & Experience in Safety analysis and Risk Management*, Rome, 1993.
- [5] H. Boukachour. *Système de veille préventive pour la gestion de situations d'urgence: modélisation par agents. Application aux risques industriels*. PhD thesis, Université du Havre (à soutenir), 2002.
- [6] H. Boukachour, M. Coletta, T. Galinho, P. Person, F. Serin et G. Simon. Preventive vigil multi-agent system. In *Proceedings of SCI'2001*, Orlando, USA, July 2001.
- [7] A. Cardon. A multi-agent model for co-operative communications in crisis management system: the act of communication. In *Proceedings of the 7th European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases*, May 1997.
- [8] M. Côté et M. Troudi. Netsa (networked software agents): une architecture multiagent pour la coopération et la négociation entre agents. In *66eme Congrès ACFAS*, Université Laval, Ste-Foy (Québec), Canada, Mai 1998.
- [9] S. Delaitre, A. Mille et S. Moisan. Instrumentation d'un processus de retour d'expérience pour la gestion des risques. In Aussenac-Gilles, éditeur, *IC2000*, Toulouse, Mai 2000.
- [10] G. Denhière et S. Baudet. *Lecture, compréhension de texte et science cognitive*. PUF, 1992.

- [11] S. Durand. *Représentation des points de vues multiples dans une situation d'urgence : une modélisation par organisations d'agents*. PhD thesis, Université du Havre, 1999.
- [12] B. Fuchs. *Représentation des connaissances pour le raisonnement à partir de cas. Le système ROCADE*. PhD thesis, Université Jean Monnet de Saint-Etienne, 1997.
- [13] B. Fuchs, B. Chiron et A. Mille. Decision helping in process supervision: the padim project. In *In Workshop on Practical Development Strategies for Industrial strength Case Based Reasoning Applications, 16th International Conference on Artificial Intelligence*, Montréal, Canada, 1995.
- [14] L. Gasser. Social conceptions of knowledge and action. Technical Report acti-ai-335-90, MCC, 1990.
- [15] Z. Guessoum. *Un environnement opérationnel de conception et de réalisation de système multi-agents*. PhD thesis, Paris 6, 1996.
- [16] O. Gutknecht, J. Ferber et F. Michel. Madkit: une expérience d'architecture de plateforme multi-agent générique. In *Proceedings JFIADSMA'00*, Octobre 2000.
- [17] B. Hayes-Roth, M. Hewett, R. Washington, R. Hewett et A. Seiver. Distributed intelligence within an individual. In *L. Gasser and M. N. Huhns editors*, volume volume 2 of *Research Notes in Artificial Intelligence*, pages 385–412. Pitman, 1989.
- [18] In OMG TC Document 95-76-X. *The Common Object Request Broker : Architecture and Specification*, 1995.
- [19] N. Jennings, M. Wooldridge et K. Sycara. A roadmap of agent research and development. *Autonomous Agent and Multi-agent Systems*, 1(5):7–38, 1998.
- [20] J. L. Kolodner. An introduction to case-based reasoning. *Artificiel Intelligence*, 6:3–34, 1992.
- [21] F. Lesage. *Interprétation adaptative du discours dans une situation multiparticipants : modélisation par agents*. PhD thesis, Université du Havre, 2000.
- [22] P. Marcenac. Modélisation de systèmes complexes par agents. *Technique et Science Informatiques*, 16(8):1013–1037, 1997.
- [23] E.L. Quarantelli. Disaster crisis management: a summary of research findings. *Journal of Management Studies*, 1998.
- [24] S. Theodoridis et K. Koutroumbas. *Pattern Recognition*. Academic Press, 1999.
- [25] M. Wooldridge et N. Jennings. *Agent theories, architectures and language: A survey*, volume volume LNAI 890 of *In M. Wooldridge and N. Jennings, editors, Intelligent Agents*, pages 1–32. Springer Verlag, 1994.