

Terminologie & Ontologie : Théories et applications



Actes de la conférence

TOTh 2010

Annecy – 3 & 4 juin 2010

avec le soutien de :

- Ministère de la Culture et de la Communication, Délégation Générale à la Langue Française et aux Langues de France
- Association Européenne de Terminologie
- Société française de terminologie
- Ecole d'ingénieurs Polytech'Savoie – Université de Savoie
- Université de Sorbonne nouvelle
- Association EGC (Extraction et Gestion des Connaissances)
- ISKO (International Society for Knowledge Organization) France



Institut Porphyre
Savoir et Connaissance

<http://www.porphyre.org>

Comité scientifique

Président du Comité Scientifique : Christophe Roche

Comité de pilotage

Loïc Depecker	Professeur, Université de Sorbonne nouvelle
André Manificat	Directeur, GRETh
Christophe Roche	Professeur, Université de Savoie
Philippe Thoiron	Professeur émérite, Université de Lyon II

Comité de programme

Bruno de Bessé	Professeur, Université de Genève
Franco Bertaccini	Professeur, Université de Bologne
Gerhard Budin	Professeur, Université de Vienne
Marc van Campenhoudt	Professeur, Termisti, ISTI, Bruxelles
Danielle Candel	CNRS, Université Paris Diderot
Stéphane Chaudiron	Professeur, Université de Lille 3
Rute Costa	Professeur, Universidade Nova de Lisboa
Luc Damas	MCF, Université de Savoie
Sylvie Desprès	Professeur, Université Paris 13
François Gaudin	Professeur, Université de Rouen
Anne-Marie Gendron	Chancellerie fédérale suisse, Section terminologie
Jean-Yves Gresser	Ancien Directeur à la Banque de France
Olivier Haemmerlé	Professeur, Université de Toulouse
Michèle Hudon	Professeur, Université de Montréal
John Humbley	Professeur, Université Paris 7
Michel Ida	Directeur MINATEC, CEA
Hendrik Kockaert	Professeur, Lessius Hogeschool (Anvers)
Michel Léonard	Professeur, Université de Genève
Pierre Lerat	Professeur honoraire, Equipe Condillac
Widad Mustafa	Professeur, Université de Lille 3
Fidelma Ní Ghallchobhair	Foras na Gaeilge (The Irish-Language Body)
Henrik Nilsson	Terminologocentrum TNC, Suède
Jean Quirion	Professeur, Université d'Ottawa
Renato Reinau	Suva, Lucerne
François Rousselot	MCF, Université de Strasbourg
Gérard Sabah	CNRS, Orsay
Michel Simonet	CNRS, Grenoble
Marcus Spies	Professeur, Université de Munich
Dardo de Vecchi	Professeur associé, Euromed-Management

Comité d'organisation :

Responsable : Luc Damas
Samia Chouder, Joëlle Pellet

Avant propos



Cette année la conférence a été précédée d'une journée de formation consacrée à la terminologie et l'ontologie, à leurs liens et leurs apports mutuels. L'intérêt qu'a suscité cette journée nous amènera certainement à réitérer l'opération les années suivantes.

Le succès de la conférence d'ouverture de notre collègue Frédéric Nef, portant sur l'ontologie prise dans sa dimension philosophique, a montré, s'il en était encore besoin, la richesse d'une approche pluridisciplinaire.

Animées par différents présidents, les sessions ont alterné présentations théoriques et démonstrations de systèmes, offrant ainsi l'opportunité à plusieurs industriels de nous parler de leurs projets. L'éventail des sujets abordés, à travers les quatorze présentations retenues (incluant la conférence d'ouverture) réparties sur deux jours, illustre la richesse mais aussi la vitalité de notre communauté : aide à la traduction, thésaurus multilingue, phraséologie, entité nommée, recherche d'information, etc. L'« actualité » n'a pas été oubliée à travers une ontologie des risques financiers.

Enfin, les Conférences TOTb sont devenues internationales à partir de cette année avec le français et l'anglais comme langues officielles. Le comité de programme s'est ouvert à de nouveaux membres portant à dix le nombre de pays représentés et à plus de 40% le nombre de personnalités étrangères. Gageons que cette ouverture sera prometteuse.

Christophe Roche
Président du Comité Scientifique

Table des matières

CONFERENCE INVITEE

<i>L'Ontologie au miroir de la Terminologie</i>	9
Frédéric Nef	

ARTICLES

<i>Le travail sur la représentation (visuelle) des connaissances en terminologie : un retour d'expérience</i>	31
Dardo de Vecchi	
<i>Une « ontoterminologie » pour les interprètes de conférence</i>	53
Elisa Veronesi, Franco Bertaccini	
<i>Semiotic Triangle Revisited for the Purposes of Ontology-based Terminology Management</i>	83
Igor Kudashev, Irina Kudasheva	
<i>L'ontoterminologie pour la recherche d'information sémantique</i>	101
Luc Damas, Christophe Tricot	
<i>Modélisation des dénominations ontologiques</i>	117
Benjamin Diemert, Marie-Hélène Abel, Claude Moulin	
<i>Filtrage des Entités Nommées par des méthodes de Fouille de Textes</i>	141
Mathieu Roche	
<i>Ontologies des risques financiers – Continuité d'activité, gestion de crise, protection des infrastructures critiques financières</i>	155
Jean-Yves Gresser	
<i>Vers une ontologie pour le domaine de l'analyse de sécurité des systèmes de transport automatisés</i>	177
Lassaâd Mejri, Habib Hadj-mabrouk, Patrice Caulier	

DEMONSTRATIONS

<i>Une « ontoterminologie » pour les interprètes de conférence – Un outil développé au sein de l’environnement académique</i>	203
Elisa Veronesi, Franco Bertaccini	
<i>ITM, une infrastructure sémantique pour la maintenance du thésaurus multilingue Eurovoc</i>	207
Thomas Francart, Charles Teissède	
<i>Approche onomasiologique de la phraséologie transdisciplinaire des écrits scientifiques : la recherche sémantique dans les textes dans le cadre du projet Scientext</i>	211
Falaise Achille, Tutin Agnès	
<i>Ontoterminologie : méthode et mises en œuvre</i>	217
Marie Calberg-Challot, Christophe Tricot	
<i>Libellex, plateforme de travail multilingue et référentiel terminologique d’entreprise</i>	225
François Brown de Colstoun, Estelle Delpech	
<i>Pages blanches</i>	230

Vers une ontologie pour le domaine de l'analyse de sécurité des systèmes de transport automatisés

Lassaâd Mejri, Habib Hadj-mabrouk, Patrice Caulier

Résumé : La résolution de problèmes dynamiques confronte l'opérateur humain à de nombreuses tâches à forte composante de prise d'information et de décision, sous contrainte temporelle. Si elle requiert des savoirs et des savoir-faire fondamentaux, la résolution de problèmes dynamiques nécessite aussi l'exploitation d'une expertise, à la fois statique et dynamique, trop peu souvent formalisée et capitalisée à des fins, notamment, d'assistance ou de supervision.

Une expérience de développement de systèmes d'aide à la résolution de problèmes dynamiques dans plusieurs domaines, notamment dans les domaines de l'analyse sécuritaire (Mejri, 1995), (Mejri *et al.*, 1998), de la fiabilité du logiciel (Hadj mabrouk *et al.*, 2000), du web sémantique (Mejri *et al.*, 2008), de l'information multimodale (Mejri *et al.*, 2008) ou du génie logiciel (Kessentini *et al.*, 2009) nous a amené à spécifier et modéliser un cadre générique de formalisation de l'expertise spatio-temporelle de résolution de problèmes dynamiques baptisé « scénario de résolution de problème » (Mejri *et al.*, 2005). En effet, le problème de l'analyse de sécurité des systèmes de transport automatisés est un problème typique où les experts du domaine proposent des situations d'insécurité potentielles conjointement par des descriptions statique et dynamique.

Mots-clés : Mise en forme, représentation et capitalisation de connaissances, scénario d'insécurité, réutilisation, apprentissage et classification, analyse de sécurité, systèmes de transport automatisés.

1. Introduction

L'analyse de sécurité des systèmes de transport automatisés (exemple : le Métro sans conducteur : Véhicule Automatique Léger) et des automatismes embarqués est une tâche cruciale qui doit se faire avant la mise en site définitive d'un nouveau système de transport terrestre automatique. Dans cette tâche plusieurs intervenants contribuent ensemble pour s'assurer de la conformité du système (matériel et logiciel) aux exigences de sécurité. Nos travaux antérieurs sur ce problème ont mis à contribution plusieurs domaines de recherche complémentaires. Ces domaines sont liés à :

- a) l'acquisition de connaissances,
- b) la représentation de la connaissance,
- c) et enfin le domaine de la résolution de problème connu sous le nom "problem solving" en littérature. Les méthodes de raisonnement sur la connaissance (l'apprentissage automatique et les systèmes à base de règles) sont très utiles pour dériver de nouvelles connaissances à partir de celles obtenues lors de la phase d'acquisition (Kodratoff et Diday, 1991), (Michalski et Kodratoff, 1993 : 1-27).

Dans ce qui suit, nous allons parcourir l'application de ces domaines sur le problème d'analyse de sécurité pour déboucher ensuite sur la proposition d'une ontologie pour ce domaine d'analyse des systèmes de transport automatisés. Un modèle de scénario de résolution de problème à caractère générique qui devrait utiliser des connaissances ontologiques a été proposé dans (Mejri et al, 2009). Ce modèle initié dans (Mejri et Caulier, 2005) bien que applicable au domaine de l'analyse de sécurité pourrait être appliqué à d'autres domaines d'étude comme le web sémantique (Mejri et al, 2008) ou l'information multimodale personnalisée (Mejri et Ben fraj, 2008).

2. Résultats de l'acquisition des connaissances de sécurité

Nous résumons ici les principaux résultats de cette phase. L'acquisition des connaissances est un domaine de recherche à part entière lié au champ d'Intelligence Artificielle. L'analyse de la sécurité au niveau des systèmes de transport automatisés est une tâche assez complexe qui requiert l'emploi efficace de méthodes appropriées d'acquisition pour rendre compte des différents acteurs impliqués dans le processus d'analyse de sécurité ainsi que de l'ensemble varié de connaissances utilisées.

2.1. Les acteurs du processus d'analyse de sécurité

La tâche d'analyse de sécurité du système de transport est assignée aux **experts de certification**. Ces experts du domaine du transport ont pour activité essentielle de rendre compte du degré de sécurité que procure le système de transport à ses passagers et sont amenés à étudier en profondeur les documents et les dossiers du constructeur du système de transport dans leurs volets de sécurité (Mejri, 1995). Ces experts se basent alors sur leur expérience et leur savoir faire sur des systèmes analogues déjà promulgués et certifiés. Le

constructeur du système de transport quant à lui, propose un ensemble de documents dans lesquelles il prouve la complétude de son étude en mentionnant un ensemble de fonctions de sécurité installées dans le système en vue de pallier aux différents incidents probables de sécurité. **L'exploitant** représente l'autorité qui va mettre en exploitation le système de transport (exemple : SNCF / RATP/...etc.). L'exploitant attend du système de transport un degré de confiance acceptable au niveau sécuritaire.

2.2. Le dossier de sécurité

Il s'agit simplement d'un document fourni par le constructeur du système de transport. Dans ce document, ce dernier essaye de défendre son système qu'il propose sur le plan de la sécurité. Notamment, l'étude du dossier de sécurité du constructeur est souvent appuyée par la proposition, par les experts, de scénarios d'insécurité pour lesquels le constructeur doit prévoir des fonctions de sécurité bien adaptées à l'incident ou à l'accident susceptible d'arriver.

2.3. Les scénarios d'insécurité

Un scénario d'insécurité ou encore un scénario contraire à la sécurité représente souvent une situation d'insécurité au niveau du système de transport automatisé. Cette insécurité, jugée potentielle devrait être résolue par la proposition d'une solution à adopter pour pallier au risque qu'elle présente (exemple : collision entre deux rames de métro ou déraillement de la voie, etc). Un scénario d'insécurité est un concours de circonstances spécifiques pouvant mener à un danger sur le plan de la sécurité. Il est décrit conjointement par des attributs de situation qui donnent une idée sur l'insécurité et des attributs de solution à adopter pour anéantir ou réduire le risque d'insécurité.

3. Représentation de la connaissance en sécurité

Les travaux antérieurs ont ciblé surtout sur la représentation statique d'un scénario. Nos travaux actuels visent l'intégration de plusieurs modes de représentation d'un scénario d'insécurité (description textuelle, description graphique et description dynamique). Vu la complexité et la variété des connaissances employées en matière d'analyse de sécurité (connaissances d'ordre statique et dynamique, connaissances expertes et épisodiques, implicites et explicites...etc.), il a été judicieux de bien les représenter en vue d'une exploitation efficace. Ces connaissances sont représentées surtout par des scénarios d'insécurité. Un scénario d'insécurité est généralement décrit par

des formes complémentaires de description (Hadj mabrouk et al 1994), (Mejri et al 1995) :

3.1. Description textuelle

Il s'agit simplement d'un texte illustratif qui explique le déroulement du scénario c'est-à-dire ses tenants et aboutissants. A titre d'exemple, nous donnons la description textuelle fournie par les experts pour le scénario N°34 et dont le nom est "*Echec d'effacement d'un élément secouru après désinitialisation*" :

Description :

- 1) Elément A est devenu muet (ne dialogue plus avec le PA : Pilote Automatique) et il est pris en charge par le Pilote automatique du tronçon n nommé Pan qui est en cours de lancer une initialisation par parcours de l'élément B en CM "conduite manuelle".
- 2) L'élément B accoste l'élément A et se met en CMS "Conduite Manuelle Secouru".
- 3) Alarme de désinitialisation.
- 4) Solution : Il faut vider la section de tout élément avant de procéder à une initialisation.

3.2. Description graphique

Elle consiste en un synoptique qui représente très schématiquement la situation indésirable. Elle illustre surtout les automatismes impliqués dans l'insécurité. Le synoptique tente de donner une idée très sommaire du déroulement d'une séquence non sécuritaire.

Elle illustre surtout les automatismes impliqués dans l'insécurité. Le synoptique tente de donner une idée très sommaire du déroulement d'une séquence non sécuritaire.

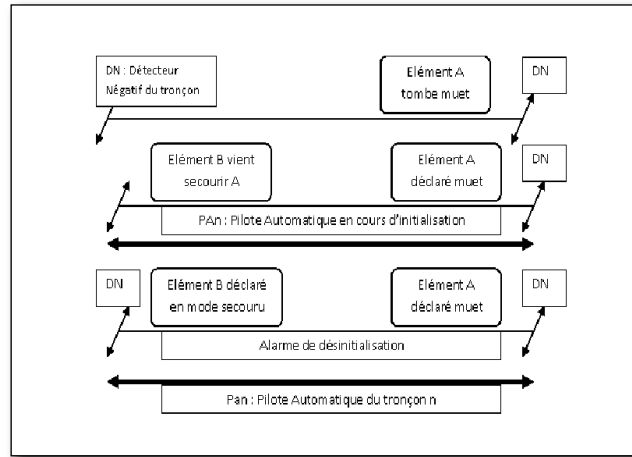


Figure 1 : Synoptique graphique du scénario d'insécurité N°34.

3.3. Description statique

C'est un ensemble de paramètres descriptifs du scénario sous forme d'une fiche <Attribut / Valeurs>. On recense alors à ce niveau plusieurs paramètres caractéristiques qui rendent compte de la description du risque / des fonctions de sécurité / des acteurs du scénario / de la zone géographique où se déroule le scénario / des pannes touchant une partie du système / des solutions adoptées pour anéantir le risque (voir figure2, figure 3).

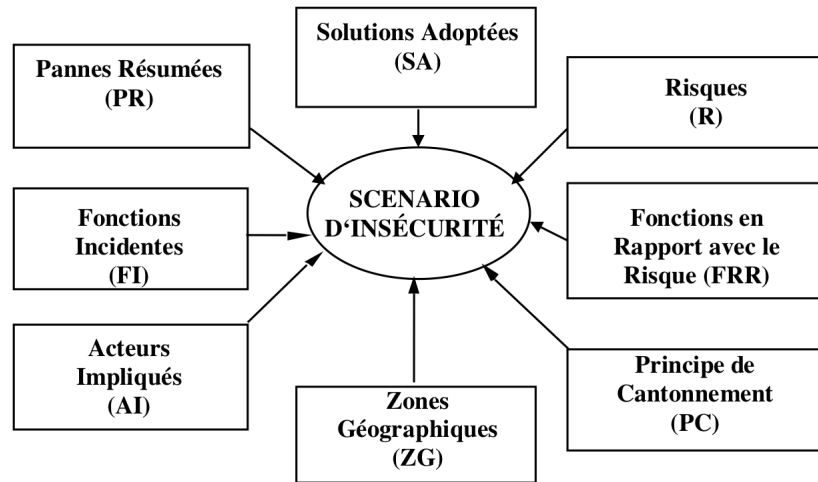


Figure 2 : Les paramètres de la description statique d'un scénario d'insécurité.

Les détails concernant les différents paramètres de description d'un scénario d'insécurité et leurs valeurs possibles sont donnés en (Tableau 1) suivant.

Liste d'attributs	Liste de valeurs possibles	Concepts clés (*)
Principe de Cantonnement	Canton Fixe	*
	Canton Mobile	
Risque	Collision	*
	Déraillement	
	Chute dans le véhicule	
	Chute sur la voie	
	Électrocution	
Fonctions en Rapport avec le Risque	Gestion de conduite automatique	

	Localisation des Trains	
	Contrôle d'Entrée /Sortie	
	Autorisation CI/HT	
	Commutation de redondance	
	Initialisation	
	Conduite Manuelle	
	Gestion des alarmes	
	Accostage	
	Traction/accostage	*
Zones Géographiques	Terminus	
	Station	
	Ligne	*
	Zone Injection Rames	
	Limite de Tronçon	
Acteurs Impliqués	Nombre de Rames	2
	Opérateur au PCC	*
	Opérateur Itinérant	
	PA Avec redondance	
	PA Sans redondance	*
Fonctions Incidentes	Gestion des Itinéraires	
	Contrôle de Trafic	
	Consignes (consistance)	*
	Communications	
Pannes Résumées	PR52 Stationnement de train sur la voie	*

	PR9 Pénétration dans un canton occupé	*
Solutions Adoptées	SA51 : Contrôler le Courant de traction lors d'un freinage d'urgence. Ouvrir les Disjoncteurs si nécessaire.	

Tableau 1 : Les détails des différents paramètres descriptifs d'un scénario d'insécurité.

Il est décrit conjointement par des attributs de situation qui donnent une idée sur l'insécurité et des attributs de solution à adopter pour anéantir ou réduire le risque d'insécurité.

3.4. Description dynamique

Cette forme de description donne une vue sur la dynamique de déroulement séquentiel dans le temps et dans l'espace du scénario d'insécurité. Cette représentation fait appel aux Réseaux de Pétri : RdP (figure 3) comme formalisme de représentation dans lequel les places représentent des états, les transitions représentent les possibilités d'évolution d'un état à un autre. Les Réseaux de Pétri possèdent des propriétés intéressantes pour la validation et la simulation d'une modélisation (Murata, 1989 :541-542) :

- Visuel, bon pour la compréhension.
- Preuves formelles de propriétés nécessaires pour un système (scénarios) : Choix d'architecture et de principes.
- Évolution du système :
 - Dynamique (conditions, durée).
 - Structures de contrôle : Parallélisme, synchronisation...
 - Répond aux besoins de comptage (ressources).
 - Extension à un réseau de Pétri de haut niveau avec des réseaux colorés et hiérarchisés.

Le Réseau de Pétri utilisé est non marqué et il est alors complété par un Tableau de Séquencement de Marquage qui permet de retracer l'évolution depuis un marquage initial jusqu'à un marquage jugé critique sur le plan de la sécurité.

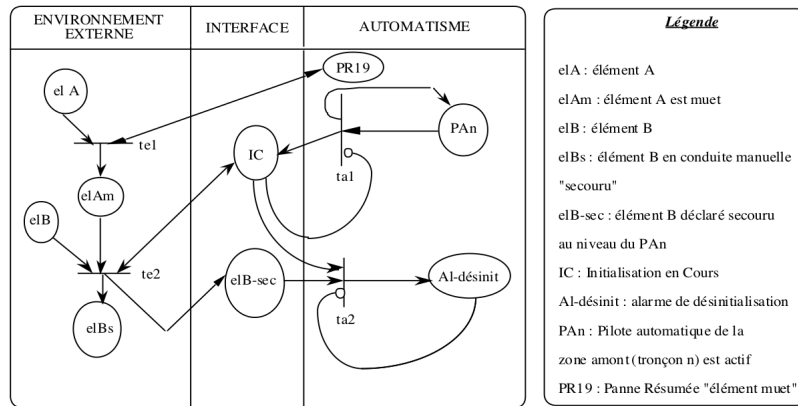


Figure 3 : Exemple de Réseau de Pétri d'un scénario d'insécurité N°34.

La lecture du réseau de pétri complétée par le tableau de marquage permet de mieux comprendre ce scénario d'insécurité :

- Un Elément A (el A) est devenu muet : el Am (ne dialogue plus avec le PA n : Pilote Automatique gérant le tronçon numéro n) suite à l'occurrence d'une Panne Résumée notée PR19 qui signifie que la rame est en panne au niveau du dialogue avec le PA.
- Il est pris en charge par le Pilote automatique du tronçon n nommé PA n qui est en cours de lancer une initialisation par parcours de l'élément B en CM "conduite manuelle".
- L'élément B (el B) accoste l'élément A (el A) et se met en CMS "Conduite Manuelle Secourue" noté el Bs et au niveau de l'interface avec l'automatisme un signal est perçu noté el B-sec.
- Une alarme de désinitialisation notée Al-désinit est alors amorcée.

Les petits ronds dans le réseau représentent la logique négative c'est-à-dire l'absence d'un jeton dans une place en amont de la transition, ce qui aurait pour effet d'avoir un jeton en aval de la transition. A titre d'exemple, dans la transition ta2, une alarme de désinitialisation se déclenche alors qu'elle était inactive avant ta2. Elle est donc engendrée par l'évènement IC (Initialisation en cours) et le mode secouru dans lequel s'est mis l'élément B (elBsec).

La Solution à adopter est qu'il faut vider la section de tout élément avant de procéder à une initialisation.

4. Le système ACASYA

Ce problème d'analyse de sécurité a été déjà traité avec une première approche lors de nos travaux de thèse (Mejri et al, 1993), (Mejri et al, 1994), (Mejri, 1995). Le travail accompli avait abouti d'abord à la réalisation d'une maquette de faisabilité (Mejri et al, 1995) et à la mise au point d'un système d'acquisition et de classification des scénarios d'accidents baptisé ACASYA (Hadj mabrouk et Mejri, 1998). Les premiers résultats d'évaluation de nos travaux de recherche appliqués au domaine de l'analyse de sécurité (Mejri, 1995), nous ont permis de chercher ainsi à identifier un modèle d'acquisition de connaissances plus générique (Mejri et Hadj mabrouk, 2000) et une démarche plus générale pour la résolution de problèmes (Mejri & Caulier, 2005).

Dans l'objectif d'aider les experts dans leur activité d'évaluation de scénarios d'insécurité, ACASYA s'articule autour de deux étapes essentielles complémentaires :

- **Classer** d'abord automatiquement le scénario d'insécurité dans une classe prédéfinie à l'aide **d'un algorithme de classement**. Ceci afin de cibler sur un cadre de référence qui est la classe de scénarios d'insécurité au lieu de toute la base de scénarios.
- **Evaluer** ensuite le scénario d'insécurité proposé par le constructeur en référence à la classe d'appartenance trouvée dans l'étape précédente.

4.1. Classement des situations d'insécurité

Pour ce faire, une base de scénarios d'insécurité historiques a été élaborée. Cette base regroupe tous les scénarios plausibles et pertinents collectés auprès des experts et se rapportant à des systèmes de transport automatisés analogues. Nous avons alors réussi à collecter jusqu'à 70 scénarios d'insécurité qui ont été répertoriés en 11 classes (Mejri et al, 1995). Les classes ont été prédéfinies par les experts (Tableau 2). Le principe de regroupement des scénarios en classes reflète la démarche intuitive des experts du domaine. Nous n'avons pas réussi à identifier de manière explicite cette démarche mais nous avons réussi à la confirmer ensuite par l'algorithme d'apprentissage que nous avons mis en

place. Cet algorithme a pu retenir les descripteurs clés sélectionnés par les experts comme descripteurs pertinents d'une classe.

Classes	Scénarios d'insécurité
C1 : Commutation de Redondance	S1, S8, S29, S30, S47
C2 : Séquence d'initialisation	S4, S5, S6, S21, S22, S23, S34, S66
C3 : Localisation des Trains	S3, S7, S17, S19, S25, S38, S45, S53, S63, S65
C4 : Gestion du freinage d'urgence	S9, S10, S20, S24, S50, S64
C5 : Accostage	S13, S14, S15, S32, S33, S35, S40
C6 : Gestion du Sens de marche	S2, S12, S16, S18, S55
C7 : Contrôle d'Entrée / Sortie	S11, S31, S36, S37, S39, S44
C8 : Suivi de l'ordre des trains	S26, S41, S42, S54
C9 : Conduite Manuelle	S27, S28, S43, S49, S51, S60
C10 : Contrôle/Commande des aiguilles	S52, S67
C11 : Contrôle de vitesse	S68, S69, S70
Autres : classes d'autres risques que la collision	S56, S57, S58, S59, S61, S62, S46, S48

Tableau 2 : Répartition des scénarios du Risque Collision en Classes.

Un **algorithme d'apprentissage automatique** par recherche de procédures de classification et développé par nos soins, a été appliqué pour déterminer les descriptions des classes en opérant sur l'ensemble des descriptions statiques des scénarios. Chaque classe de scénarios a été ainsi caractérisée par une description en termes des descripteurs les plus pertinents

de la classe. Un descripteur n'est autre qu'un paramètre de description du scénario auquel est attachée une fréquence d'apparition dans la classe de scénarios. Le module de classification (figure 4) intègre deux algorithmes : le premier est un algorithme d'apprentissage de descriptions de classes de scénarios d'insécurité historiques, le second classe automatiquement les scénarios d'insécurité proposés par les constructeurs. L'algorithme de classification calcule des fréquences d'apparition des paires <attributs/valeurs>.

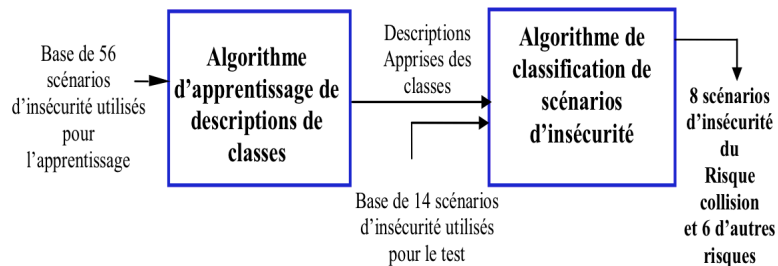


Figure 4: Bilan du module de classification.

- La base d'exemples d'apprentissage comporte une proportion de 4/5 (56 scénarios) de la base d'exemples totale (70 scénarios) ;
- La base d'exemples de tests comporte une proportion de 1/5 (14 scénarios) de la base d'exemples totale.

Les résultats sont positifs : 8 scénarios sont classés dans le risque de "collision" (frontale et/ou par rattrapage), les 6 scénarios restants sont relatifs à d'autres types de risque. Comme le montre l'histogramme (figure 5), les scénarios d'insécurité sont répartis entre 11 classes du risque collision et une classe notée "Autres" relative aux différents autres risques d'où la nécessité d'enrichir et de consolider la BHS par d'autres scénarios d'accident. Nous avons choisi volontairement de focaliser d'abord nos efforts sur le risque de collision jugé le plus significatif par les experts du domaine.

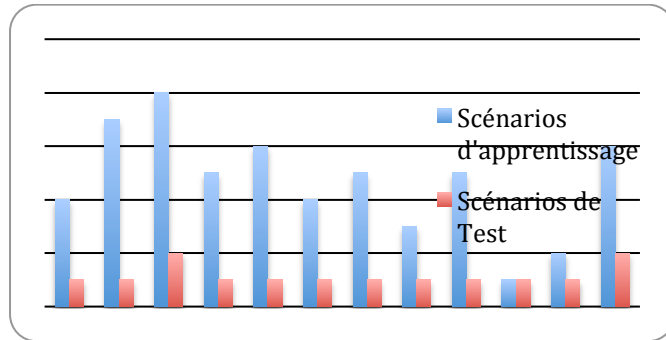


Figure 5: Histogramme de la répartition des scénarios d'insécurité en classes.

4.2. Evaluation des situations d'insécurité

Notre démarche avait consisté à évaluer un scénario d'insécurité après la phase de classification. Ceci avait pour but de restreindre l'espace d'évaluation uniquement à la classe d'appartenance du scénario détectée précédemment. L'évaluation consiste à tester la complétude et la cohérence d'un scénario d'insécurité. La complétude informe sur le fait que le scénario d'accident évalué regroupe tous les descripteurs nécessaires à une bonne définition. La cohérence renseigne sur l'intégrité du scénario d'insécurité évalué et sur le fait qu'il ne comporte pas de descripteurs inutiles ou superflus. L'évaluation débouche sur la détection des causes de l'insécurité et la proposition de solutions à adopter pour pallier à cette insécurité. En effet, un raisonnement causal est utile dans un diagnostic ou dans une évaluation (Mattson, 1997). Pour ce faire, un algorithme d'apprentissage de règles a été appliqué. Nous avons choisi l'algorithme CHARADE (Ganascia, 1987) pour induire un ensemble de règles d'évaluation à partir de la classe de scénarios d'insécurité repérée dans l'étape précédente par le classificateur. L'intérêt du système CHARADE est qu'il ne produit pas une base de règles isolées, c'est-à-dire des règles de classification de type :

Si conjonction de descripteurs Alors Classe d'appartenance.

Mais il permet carrément de produire par inférence inductive, un système de règles de complétion (Ganascia, 1990, 1991) de type :

Si conjonction1 de descripteurs Alors Conjonction2 de descripteurs.

Voici un exemple d'une règle induite par le système CHARADE :

If *Acteurs_impliqués = Opérateur_itinérant,*
Fonctions_Incidentes = Consignes
Acteurs_impliqués = Opérateur_en_Pcc.

Then *Pannes_Résumé = PR11 (élément invisible sur une zone*
de conduite automatique intégrale),
Acteurs_impliqués = PA_avec_redondance,
Fonctions_en_Rapport_avec_le_Risque =
Localisation_Trains, Zones_géographiques = Terminus[1]

Avec Coefficient de Certitude est égal à 1.

L'évaluation des situations d'insécurité se déroule alors en deux phases complémentaires :

- a- Utiliser un moteur d'inférence d'un système expert dont la base de faits contient tous les descripteurs hors PR (hors Pannes Résumées) et dont la base de règles contient le (Système de règles concluant sur des causes) induit par le système d'apprentissage CHARADE. Cette phase permettrait en chaînage avant de déduire toutes les pannes résumées causes de l'insécurité.
- b- Utiliser le même moteur d'inférence avec la base de faits contenant cette fois ci tous les descripteurs hors SA (hors Solutions Adoptées) et dont la base de règles contient le (Système de règles concluant sur des remèdes) induit par le système d'apprentissage CHARADE. Cette phase permettrait en chaînage avant de déduire toutes les solutions à adopter pour pallier à l'insécurité.

5. Vers une ontologie du domaine d'analyse de sécurité des Systèmes de Transport Automatisés

La démarche de résolution envisagée devrait vérifier les propriétés suivantes :

- Permettre la prise en compte **d'un modèle riche en connaissances pour la représentation de problèmes**
- Permettre **la capitalisation de l'ensemble des connaissances** du domaine. La démarche envisagée devrait permettre l'acquisition des connaissances épisodiques, en vue de les archiver d'abord et ensuite de dériver des connaissances plus synthétiques.
- Permettre **la réutilisation d'une résolution** antérieure de problème (ici réutiliser une analyse de sécurité déjà faite sur des systèmes de transport analogues).

D'où il serait très intéressant de proposer **une ontologie pour l'analyse de sécurité** et appuyée d'un modèle approprié de représentation et de spécification de problème. Le modèle de résolution de problème a fait déjà l'objet d'une publication dans la revue RTS (Mejri & al, 2009). Nous décrivons ici l'ontologie du domaine.

Une ontologie de domaine est une sorte de conceptualisation des différents aspects relatifs à la terminologie et le vocabulaire associé à un domaine d'expertise particulier. Parmi les objectifs d'une ontologie c'est d'uniformiser le langage et de mettre en place un cadre de référence pour favoriser une communication plus rigoureuse entre les différents acteurs du domaine. Dans notre cas, nous envisageons :

- Mettre en avant un cadre de référence terminologique pour le domaine de l'analyse de sécurité des systèmes de transport automatisés permettant de pallier aux problèmes liés à la multi expertise (présence de plusieurs experts) ;
- Permettre plus qu'une taxinomie de détecter des liens (Chandrasekaran, 1983) et des relations sémantiques entre les différents concepts du domaine. En effet, par exemple, la description statique et dynamique des scénarios d'accidents semblent très **hétérogènes et n'ont au premier regard aucun lien** mais à travers le parcours de l'ontologie nous pouvons réaliser qu'il existe bien des liens.
- Favoriser ainsi, l'évaluation de la consistance et de la complétude des scénarios d'insécurité. La présence dans la description dynamique d'un scénario d'un concept particulier permettrait de vérifier la prise en

compte dans sa description statique d'un certain nombre d'autres concepts liés et qu'on retrouve facilement à travers l'ontologie.

- Favoriser la génération de scénarios d'accidents. En effet, connaissant la description dynamique d'un scénario d'insécurité on pourrait générer facilement sa description statique et moins facilement inversement.

Actuellement, nous sommes dans une phase de construction de l'ontologie relativement au domaine de l'analyse de sécurité. Ce travail laborieux nécessite aussi une étude terminologique qui fixe les concepts et spécifie et rend plus explicite les termes et le vocabulaire employés en matière d'analyse de sécurité des systèmes ferroviaires. Nous donnons ici juste un état d'avancement de cette ontologie terminologique (ou onto-terminologie) à travers des extraits. Le travail n'est pas encore terminé. Il mérite à être plus poussé. Nous nous sommes limités volontairement au risque de collision jugé représentatif du domaine. Nous envisageons ensuite étendre l'ontologie à d'autres types de risques d'accidents.

La figure 6 suivante montre un premier extrait de l'ontologie du domaine permettant de mettre en place les liens entre la description statique et dynamique. En effet un risque d'insécurité (exemple la collision) qui est un attribut de la description statique de scénario est décrit dynamiquement par :

- Un environnement externe de l'insécurité. Il représente les éléments (rames de métro) impliqués dans l'accident ou l'incident ainsi que la zone géographique où se déroule le scénario.
- Des automatismes qui impliquent soit des fonctions de sécurité en rapport avec le risque ou des fonctions d'ordre secondaire ou aussi des acteurs humains ou automatiques. Les automatismes représentent un concept de la description dynamique alors que ses fils sont donnés dans la description statique d'où l'intérêt de l'ontologie pour remédier à ces confusions dans le langage expert.

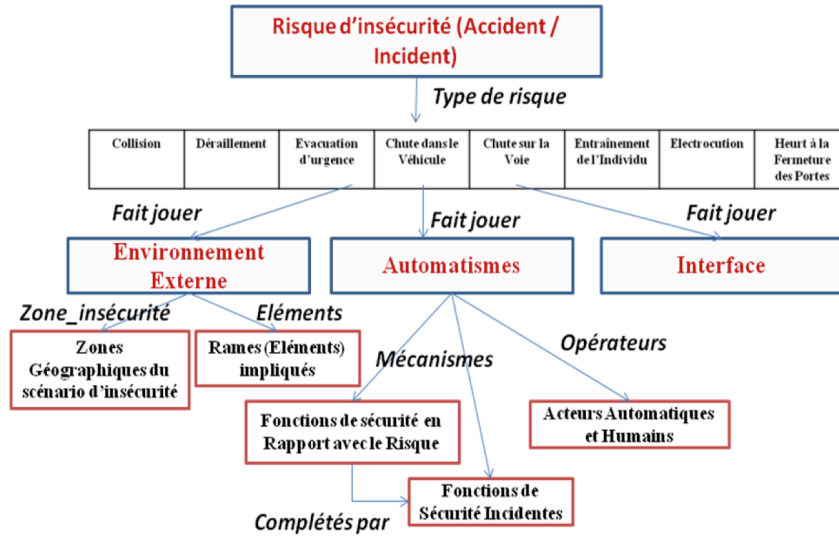


Figure 6 : Extrait N°1 de l'ontologie (Lien Statique/Dynamique).

Les figures 7 et 8 sont le fruit d'une étude approfondie sur les descriptions de la base de scénarios historiques en vue d'attacher chaque fonction de sécurité à l'ensemble des attributs des automatismes décrits dans les descriptions dynamiques. En effet, une fonction de sécurité n'est autre qu'une protection prévue et qui a été violée par le scénario d'accident et devrait se manifester par des automatismes. Les Figures 9 et 10 montrent d'une part, les liens entre les Acteurs Impliqués dans l'insécurité (attribut statique) et les automatismes (attribut dynamique) et d'autre part les liens entre Les zones géographiques du scénario et l'environnement externe du scénario d'insécurité.

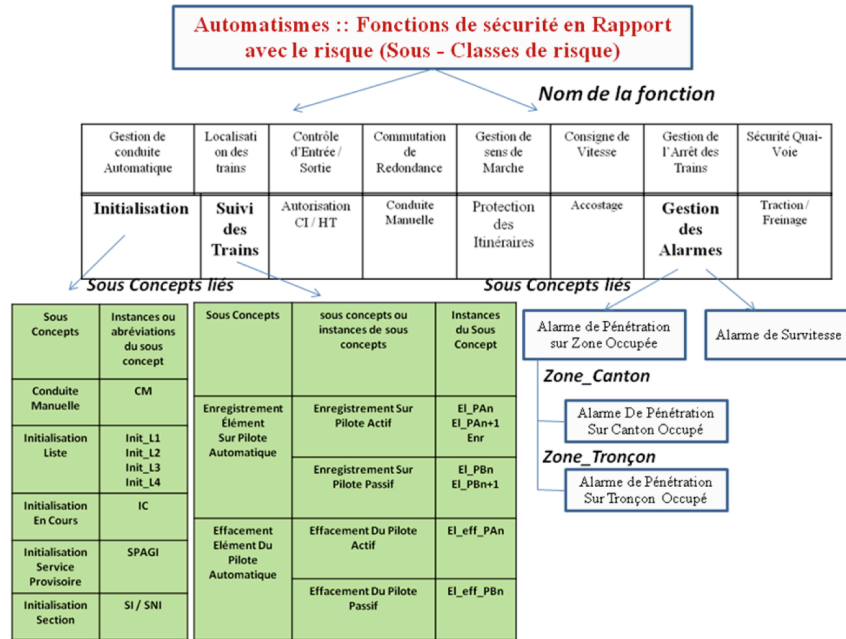


Figure 7 : Extrait N°2 de l'ontologie (liens Fonctions de sécurité / Détails automatismes).



Figure 8 : Extrait N°3 de l'ontologie (liens Fonctions de sécurité Incidentes / Détails automatismes).

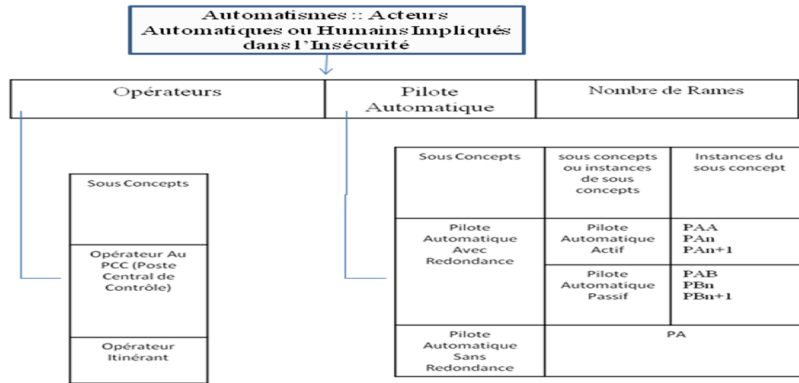


Figure 9 : Extrait N° 4 de l'ontologie (Liens Acteurs Impliqués / Automatismes)

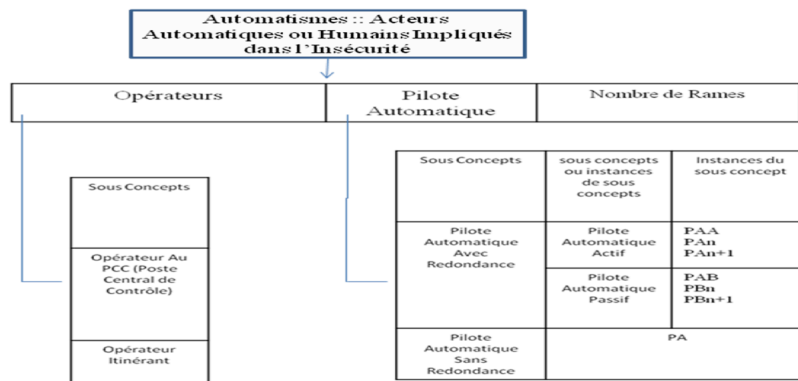


Figure 10 : Extrait N°5 de l'ontologie (liens Zones Géographiques / Détails Environnement Externe de l'insécurité).

6. Conclusion & perspectives

Ce papier s'est attaché à décrire un domaine d'étude lié à l'analyse de sécurité des systèmes de transport automatisés. Il a mis en évidence des modes de représentation de scénario d'insécurité (statique / dynamique/ textuelle / graphique). La notion d'ontologie a été introduite et son intérêt pratique a été avancé. Les principaux apports de l'ontologie du domaine sont :

- D'abord, il intègre deux vues intimement liées : une vue qui présente le **modèle de représentation statique** utilisé (Attributs Risque / Fonctions de sécurité en rapport avec le risque / Fonctions de sécurité incidentes / Acteurs Impliqués / Zones Géographiques / Pannes Résumées et Solutions Adoptées) et une vue qui présente **La représentation dynamique** (Environnement externe, les Automatismes et l'interface entre automatismes et environnement externe) ;
- Il met à contribution dans sa modélisation deux aspects complémentaires : statique et dynamique ;
- Il donne les liens entre l'aspect statique et dynamique de description. On a ainsi une vision complète du scénario accompagnée des connaissances qui permettent de l'interpréter, de l'expliquer ou même de l'argumenter s'il le faut.

Ce papier s'est aussi intéressé à présenter une démarche de représentation et d'extraction automatique des connaissances impliquées dans des scénarios. Cette démarche a pour intérêt principal de favoriser l'apprentissage par recherche de procédures de classification servant pour la résolution d'un nouveau problème ce qui assure la réutilisation. Plusieurs perspectives s'ouvrent à ce jour à nos travaux de recherche :

- Affiner notre modèle de représentation de scénario, notamment en tenant compte de la notion d'ontologie surtout dans le déroulement dynamique du scénario ;
- Affiner notre démarche de résolution de problèmes ;
- Compléter cette ontologie de domaine afin de tenir compte d'autres types de risque outre celui de la collision choisi volontairement pour la validation des travaux sur le système ACASYA.

Bibliographie

Chandrasekaran, B., (1983) : *Towards a Taxonomy of Problem Solving Types*. The AI Magazine, Winter/Spring, pp 9-17.

Ganascia, J.G., (1987) : *AGAPE et CHARADE : deux mécanismes d'apprentissage symboliques appliqués à la construction de Bases de Connaissances*. Thèse d'état, Paris sud, 27 mai 1987.

Ganascia, J.G., (1990) : *L'âme Machine : les enjeux de l'Intelligence Artificielle*. Le Seuil éd., janvier 1990.

Ganascia, J.G., (1991) : *L'apprentissage symbolique*, Encyclopédie de la communication - PUF, S/direction de Lucien SFEZ, 1991.

Hadj mabrouk, H., Darricau, M., Mejri, L., (2000) : *Contribution of Case-Based Reasoning to the Software Error Effect Analysis*. International Conference on Artificial and Computational Intelligence for Decision Control and Automation in Engineering and Industrial Applications. Tunisia, 22-24 March 2000, pp 83-89.

Hadjmabrouk, H., Mejri, L., Elkoursi, E.M., Bied-charreton, D., Letrung, B., Houriez, B., (1994) : *Base de scénarios d'accidents : résultats des travaux d'acquisition des connaissances pour le développement d'un système d'aide à l'examen des études de sécurité des systèmes de transport guidés*. Rapport de Convention, 03 1994.

Hadj mabrouk, H., Mejri, L., (1998) : *ACASYA: a knowledge-based system for aid in the storage, classification, assessment and generation of accident scenarios*. IEEE, Computational engineering in systems applications, Nabeul-Hammamet, Tunisie.

Kessentini, M., Bouchoucha, A., Mejri, L., Houari, S., (2009) : *Transforming sequence diagrams to colored petri nets using examples and heuristic search*. ASE 2009.

Kodratoff, Y., Diday, E., (1991) : *Induction symbolique et numérique à partir de données*. Cepadues éd., Toulouse.

Mattsson, M., Bosch, J., (1997) : *Framework Composition: Problems, Causes and Solutions*. In Proceedings of the 23rd International Conference in Technology of Object-Oriented Languages and Systems (TOOLS '97 USA).

Mejri, L., Hadj mabrouk, H., Elkoursi, M., Houriez, B., (1993) : *Un système expert d'aide à la génération de scénarios d'accidents basé sur l'apprentissage automatique*, ITTG 1993, Lille, France.

Mejri, L., Houriez, B., Millot, P., (1994) : *Automatic generation tool of accident sequences for automated transport systems security analysis*. International symposium on advanced transportation applications, Aachen, Allemagne.

Mejri, L., Houriez, B., Millot, P., (1995) : *Un système d'aide à la génération de scénarios Contraires à la sécurité*, Rapport de fin de contrat INRETS-LAMIH, Valenciennes, Janvier 1995.

Mejri, L., (1995) : *Une démarche basée sur l'apprentissage automatique pour l'aide à l'évaluation ET à la génération de scénarios d'accident. Application à l'analyse de sécurité des Systèmes de transport automatisés*, Mémoire de thèse de doctorat, Université de Valenciennes, Décembre 1995.

Mejri, L., Houriez, B., (1998) : *Apport des techniques d'intelligence artificielle pour l'aide à l'évaluation et à la génération de scénarios d'accidents*. Revue Technologies avancées du Centre de développement de technologies avancées d'Alger.

Mejri, L., Hadj mabrouk, H., (2000) : *Le concept de scénario. Application à l'analyse de sécurité des systèmes de transport guidés*. Journée Thématique Sécurité, Réseau Inter-Régional de Recherche Technologique dans les Transports Terrestres, GRRT, Villeneuve d'Ascq, 19 mai 2000. Publié dans les Actes de Journées.

Mejri, L., Caulier, P., (2005) : *Formalisation of a scenario concept to dynamic problem solving*, 24 th European Annual Conference on Human Decision Making and Manual Control EAM, Athens, 17-19 October 2005.

Mejri, L., Zemzem, B., Caulier, P., (2008) : *Une approche de résolution de problèmes pour le web sémantique. Application à la découverte de services web*. Colloque annuel INFOL@NGUES II, Hammamet, Tunisie, juin 2008.

Mejri, L., Ben fraj, F., (2008) : *Multimodal and personalized information system : The most familiar itineraries*, IADIS International conference WWW/Internet 2008, short paper, Freiburg, Germany 13-15 October 2008.

Mejri, L., Hadj mabrouk, H., Caulier, P., (2009) : *Un modèle générique unifié de représentation et de résolution de problème pour la réutilisation de connaissances. Application à l'analyse de sécurité des systèmes de transport automatisés*. Revue Recherche, Transport Sécurité, RTS N°103. (Accepté à paraître le mois de Février 2009)

Michalski, R. S., Kodratoff, Y., (1993) : *La recherche en apprentissage symbolique automatique : développements récents, classification des méthodes et perspectives*. In Michalski, R., Carbonell, J., Mitchell, T., and Kodratoff, Y., editors, *Apprentissage symbolique, une approche de l'intelligence artificielle*, volume 2, chapter 1, pages 1-27. Cepadues-Editions, Toulouse, France.

Murata, T., (1989) : *Petri Nets: Properties, Analysis, and Applications*. *Proceedings of the IEEE*, April 1989, 77(4):541–580,.



TOTh 2010. *Actes de la quatrième conférence TOTh - Annecy – 3 & 4 juin 2010*

Editeur : Institut Porphyre, *Savoir et Connaissance*

<http://www.porphyre.org>

Annecy, 2010

ISBN 978-2-9536168-1-1

EAN 9782953616811

© Institut Porphyre, *Savoir et Connaissance*