



Defence Research and
Development Canada

Recherche et développement
pour la défense Canada



Proposition d'une architecture enrichie pour CASAP

*B. Moulin
Université Laval*

*M. Bélanger
H. Irandoust
RDDC Valcartier*

R&D pour la défense Canada – Valcartier

Mémoire technique

DRDC Valcartier TM 2004-223

Août 2006

Canada

Proposition d'une architecture enrichie pour CASAP

B. Moulin
Université Laval

M. Bélanger
H. Irandoust
RDDC Valcartier

R & D pour la défense Canada – Valcartier

Mémoire technique

DRDC Valcartier TM 2004-223

Août 2006

Auteurs

Bernard Moulin, Micheline Bélanger et Hengameh Irandoust

Approuvé par

Éloi Bossé

Chef de section Systèmes des aides à la décision

Publication approuvée par

Gilles Bérubé

Scientifique en chef

[13dm14]

© Her Majesty the Queen as represented by the Minister of National Defence, 2006

© Sa Majesté la Reine, représentée par le ministre de la Défense nationale, 2006

Abstract

Defence R&D Canada –Valcartier (DRDC Valcartier) centre initiated a research activity aimed at investigating and developing advanced technologies, approaches and concepts to provide the 1 Canadian Air Division/Canadian NORAD Region (1CAD/CANR) Air Operations Centre (AOC) Commander and his senior staff with advisory tools for the planning, management and employment of air defence resources and capabilities. An advisory tool was designed to assist the AOC staff manage events and their related Courses of Action (CoAs), as well as prioritise these CoAs according to different evaluation criteria. This command and control tool, called *Commander’s Advisory System for Airspace Protection* (CASAP), was foremost developed to deal with events of counter-drug operations: to intercept drug smugglers violating the Canadian airspace, in co-ordination with different services and parties.

This document contains suggestions for enriching the architecture of CASAP with explanations, a case base, a lessons learned management module and an ontology that would support these components.

Résumé

Le centre R & D pour la défense Canada – Valcartier (RDDC Valcartier) a entrepris une activité de recherche visant le développement d’approches, de concepts, ainsi que de technologies avancées pour des systèmes conseillers au commandant et au personnel du Centre des opérations aériennes (COA) de la 1^{re} Division aérienne du Canada et de la région canadienne de NORAD (1DAC/RCNORAD). Ces systèmes visent à apporter une aide au décideur dans les processus de planification, de gestion et d’utilisation des ressources et des capacités des forces aériennes. Dans le cadre de cette activité, les chercheurs de RDDC Valcartier ont mis au point un prototype d’outil conseiller (d’aide à la décision) permettant de soutenir le personnel du Centre des opérations aériennes à gérer des événements et leurs suites d’actions, ainsi qu’à classer ces dernières par ordre de priorité. Cet outil de commandement et contrôle, appelé “*Commander’s Advisory System for Airspace Protection* (CASAP)”, a été mis au point spécifiquement pour traiter des événements lors d’opérations antidrogue : pour l’interception des trafiquants de drogue violant l’espace aérien canadien, et ce en coordination avec divers services.

Ce document contient des suggestions pour l’enrichissement de l’architecture de CASAP avec des explications, une base de cas, un module de gestion des leçons retenues et une ontologie.

Intentionnellement en blanc.

Executive summary

Within 1 Canadian Air Division/Canadian NORAD Region (1CAD/CANR), the Air Operation Centre is responsible for the day-to-day air force operations of monitoring and control. An important element for either type of operation is the elaboration, mitigation and evaluation of different Courses of Action in order to respond to emergency situations. During such situations, Air Operation Centre staff members work under stressful conditions and have to process a large amount of information within a short period of time. In fact, time constraints make it difficult for the staff to extensively assess the situation, generate a wide range of Courses of Action and evaluate them in depth according to significant criteria before a decision has been made.

In order to support the Air Operation Centre staff, the DRDC Valcartier Defence Scientists designed an advisory tool called *Commander's Advisory System for Airspace Protection* (CASAP), to help the management of counter-drug events and their related Courses of Action. This command and control tool also helps the Commander (or his/her representative: the person in charge of the Air Operation Centre) to screen and prioritise the proposed CoAs in emergency situations.

In this document, we discuss the interest of using a case-based approach and enriching the architecture of CASAP with explanations and a lessons learned management module. An ontology that would support several functionalities (case and/or lessons indexing and research, terminological explanations) is also described. A conceptual diagram of CASAP's architecture enhanced with these modules, as well as a general model of a lessons learned management system is presented.

Moulin B., Bélanger M., Irandoust H., 2006. Proposition d'une architecture enrichie pour CASAP. DRDC Valcartier TM 2004-223. DRDC Valcartier.

Sommaire

Le Centre des opérations aériennes de la 1^{re} Division aérienne du Canada et de la région canadienne de NORAD (1DAC/RCNORAD) est responsable du monitoring et du contrôle des opérations aériennes quotidiennes. Un élément important lors des opérations est l'élaboration, la mitigation et l'évaluation des différentes suites d'action afin de répondre correctement aux situations d'urgence. Dans ces situations, les membres du centre des opérations aériennes travaillent dans des conditions de stress et doivent traiter énormément d'information à l'intérieur d'un laps de temps relativement court. En fait, le temps disponible empêche une évaluation extensive de la situation, un processus complet de génération de suites d'action et une évaluation complète des suites d'action avant la prise de décision.

Afin de soutenir le personnel du Centre des opérations aériennes, les chercheurs du centre RDDC Valcartier ont mis au point un prototype d'outil conseiller, appelé "*Commander's Advisory System for Airspace Protection (CASAP)*", permettant de gérer des événements et leurs suites d'action. Cet outil de commandement et contrôle permet également d'aider le commandant (ou son représentant : la personne en charge du centre des opérations aériennes) à parcourir ainsi qu'à ranger les suites d'action par ordre de priorité lors de situations d'urgence.

Ce document contient de nombreuses réflexions sur l'intérêt d'utiliser une approche à base de cas et d'enrichir l'architecture du système CASAP avec des explications et un module de gestion de leçons retenues. Une ontologie qui supporterait plusieurs fonctionnalités (indexation et recherche de cas et/ou de leçons retenues, explications terminologiques) est aussi décrite. Un schéma conceptuel de l'architecture de CASAP enrichie avec les fonctionnalités mentionnées, ainsi qu'un modèle général d'un système de gestion de leçons retenues sont présentés.

Moulin B., Bélanger M., Irandoust H., 2006. Proposition d'une architecture enrichie pour CASAP. DRDC Valcartier TM 2004-223. RDDC Valcartier.

Table des matières

Abstract / Résumé.....	i
Executive summary	iii
Sommaire.....	iv
Table des matières	v
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux	vii
Introduction	1
Présentation générale du contexte de l'étude	2
Brève description des activités d'un centre d'opérations aériennes	2
Brève description de CASAP	3
Introduction de fonctions d'explication dans CASAP	9
Quelques réflexions sur l'intérêt d'utiliser une approche à base de cas	11
Leçons retenues et CASAP.....	14
Le concept de leçon retenue	14
Leçons retenues dans le domaine aérien.....	15
Différentes utilisations des leçons retenues.....	16
Introduction de fonctionnalités de leçons retenues dans l'architecture de CASAP	18
Utilisation d'une ontologie du domaine dans CASAP.....	22
Esquisse d'une architecture conceptuelle globale	24
Le système CASAP enrichi	25
Un système de gestion des leçons retenues	27
Conclusion.....	29
Références	31

Liste symboles/abrég./acronymes/sigles..... 33

Liste des figures

Figure 1 . Modèle fonctionnel pour le traitement des situations d'urgence [2].....	3
Figure 2 . Architecture de CASAP [2]	4
Figure 3 . Modèle conceptuel de données de CASAP.....	6
Figure 4 . Intégration de CASAP dans un système C&C [2]	8
Figure 5 . Architecture de CASAP enrichie avec une base de cas	12
Figure 6 . Enrichissement de l'architecture avec des fonctions de gestion de LRs.....	19
Figure 7 . Esquisse d'une architecture conceptuelle.....	26
Figure 8 . Esquisse d'une architecture pour le module de gestion des LRs	28

Liste des tableaux

Table 1 . Description des critères	7
--	---

Intentionnellement en blanc.

Introduction

Le Centre R & D pour la défense Canada – Valcartier (RDDC Valcartier) a entrepris une activité de recherche visant le développement d’approches, de concepts, ainsi que de technologies avancées appropriés pour des systèmes conseillers au personnel du centre des opérations aériennes (COA) de la 1^{re} Division aérienne du Canada et de la région canadienne de NORAD (1DAC/RCNORAD). Ces systèmes visent à apporter une aide au décideur dans les processus de planification, de gestion et d’utilisation des ressources et des capacités des forces aériennes. Dans le cadre de cette activité, les chercheurs du centre RDDC Valcartier ont mis au point un prototype d’outil conseiller, appelé “*Commander’s Advisory System for Airspace Protection (CASAP)*”, permettant de soutenir le personnel du COA à gérer des événements et leurs suites d’action (SAs). Cet outil de commandement et contrôle (C&C) permet également de soutenir le commandant (ou son représentant : la personne en charge du COA) à parcourir ainsi qu’à ranger les SAs par ordre de priorité lors de situations d’urgence.

Dans ce document, nous présentons différentes approches qui permettront d’enrichir l’architecture de CASAP. Nous faisons tout d’abord une présentation générale du contexte de notre étude par une brève description des activités d’un COA et une présentation générale du système CASAP. Nous abordons alors les impacts que produirait l’introduction d’explications dans CASAP. Nous présentons diverses réflexions sur l’intérêt d’utiliser une approche à base de cas dans un système tel que CASAP. Nous traitons de la gestion de leçons retenues et de différentes utilisations que l’introduction de cette fonctionnalité pourrait avoir dans l’architecture de CASAP. Nous discutons de l’intérêt d’utiliser une ontologie pour supporter des fonctionnalités telles l’indexation, la recherche de cas et/ou de leçons retenues, et les explications terminologiques. Finalement, nous présentons une vision globale et conceptuelle de l’architecture de CASAP enrichie avec les fonctionnalités décrites précédemment, ainsi qu’un modèle général d’un système de gestion de leçons retenues.

Présentation générale du contexte de l'étude

Dans cette section nous présentons une brève description des activités d'un COA ainsi que les principales caractéristiques du système CASAP qui sont importantes pour la compréhension de notre étude.

Brève description des activités d'un centre d'opérations aériennes

Le COA de 1DAC/RCNORAD est responsable de la planification, la mise en œuvre et le suivi des opérations aériennes [1,2]. Pour des opérations de routine, les décisions de C&C sont appliquées en suivant une doctrine établie, des ordres et des procédures qui établissent clairement qui doit faire quoi. Les opérations de routine ont habituellement une SA par défaut. La plupart des cas de violation de l'espace aérien sont des opérations de routine. Cependant, lorsqu'un événement de violation de l'espace aérien ne ressemble pas aux situations déjà rencontrées, il est considéré comme une opération d'urgence immédiate.

La Figure 1 présente un modèle des principales tâches accomplies par le personnel du COA pendant les opérations d'urgence (crise, conflit, etc.) [2]. Le processus est initié par la réception d'une requête externe (*external tasking/request*). Le processus est exécuté en mettant en œuvre de façon opportuniste un ensemble d'activités dans un ordre qui n'est pas forcément séquentiel. La première étape est la mise en place de la "cellule de crise" (*Start of Battle Management*) et consiste à rappeler le personnel, terminer ou suspendre les opérations courantes et changer le statut du COA. La deuxième étape est l'analyse de la situation (*Assessment of Situation*) qui correspond à l'analyse et au suivi de la situation, à l'identification du statut des ressources disponibles, etc. Ensuite, le personnel du COA commence la tâche de génération d'options (*Generation of Options*) qui consiste à créer des SAs potentielles permettant éventuellement de faire face à la situation d'urgence. Dans la troisième étape, le processus de sélection (*Selection of Options*) correspond à l'évaluation, l'analyse et la comparaison des SAs potentielles. Lorsqu'une SA est choisie et en fonction du temps disponible, le personnel du COA développe des *Air Tasking Orders* (ATOs) ou des *Immediate Tasking Orders* (ITOs). Par ailleurs, le processus de diffusion (*Dissemination of Taskings*) de ces ATOs/ITOs commence. Le suivi de la situation (*Monitoring of Situation*) est une opération continue qui est exécutée tout au long du processus. Lorsque l'événement a été traité, le personnel du COA termine les activités de la cellule de crise (*End of the Battle Management*), réalise une analyse a posteriori (*Post-analysis*) et change le statut du COA pour la reprise des opérations de routine.

Actuellement le personnel du COA utilise des rapports, des briefings et le "war gaming" pour partager l'information, synchroniser le développement de SAs et les analyser. Des contraintes de temps limitent habituellement le processus de génération de SAs ainsi que la possibilité de les analyser en profondeur afin de déterminer la meilleure SA.

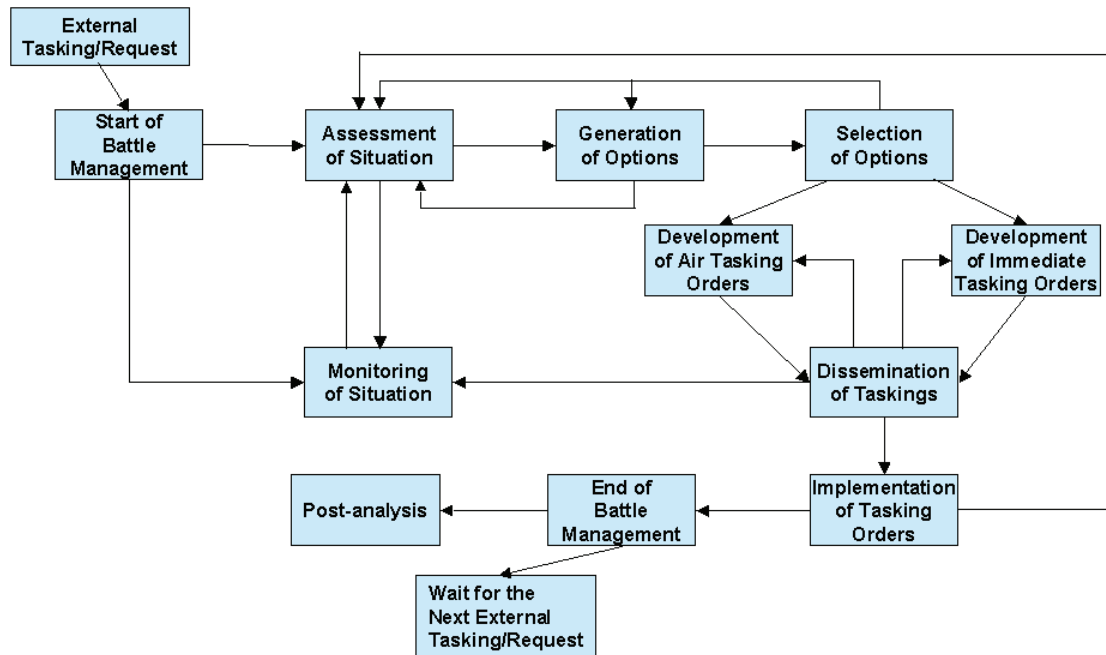


Figure 1. Modèle fonctionnel pour le traitement des situations d'urgence [2]

Brève description de CASAP

Compte tenu du fait que durant les situations d'urgence, le personnel du COA doit traiter une très grande quantité d'informations pendant une courte période de temps, l'équipe du centre RDDC Valcartier a proposé un système d'aide à la décision, nommé CASAP (*Commander's Advisory System for Airspace Protection*), permettant de supporter la planification des opérations [1]. CASAP assiste le personnel du COA en fournissant un éditeur d'événements pour les opérations anti-drogue, en automatisant la diffusion des informations pertinentes aux membres de l'équipe, en fournissant un éditeur pour le développement des SAs possibles, en semi-automatisant leur évaluation et leur rangement ainsi qu'en fournissant une suite structurée d'outils permettant d'analyser ce rangement dans le but de déterminer la SA la plus appropriée.

La réalisation de CASAP a permis à l'équipe du RDDC Valcartier d'identifier six fonctions principales que tout système d'aide à la décision utilisé pour la sélection de SAs devrait supporter (Figure 2) [2]. Ces fonctions sont :

- Description de l'événement (*Event Management*) ;
- Développement/description des SAs possibles (*CoAs Management*) ;
- Identification des critères à utiliser pendant le processus d'évaluation (*Criteria Selection and Weighting*) ;
- Évaluation des SAs en fonction des critères sélectionnés (*CoAs Evaluation*);

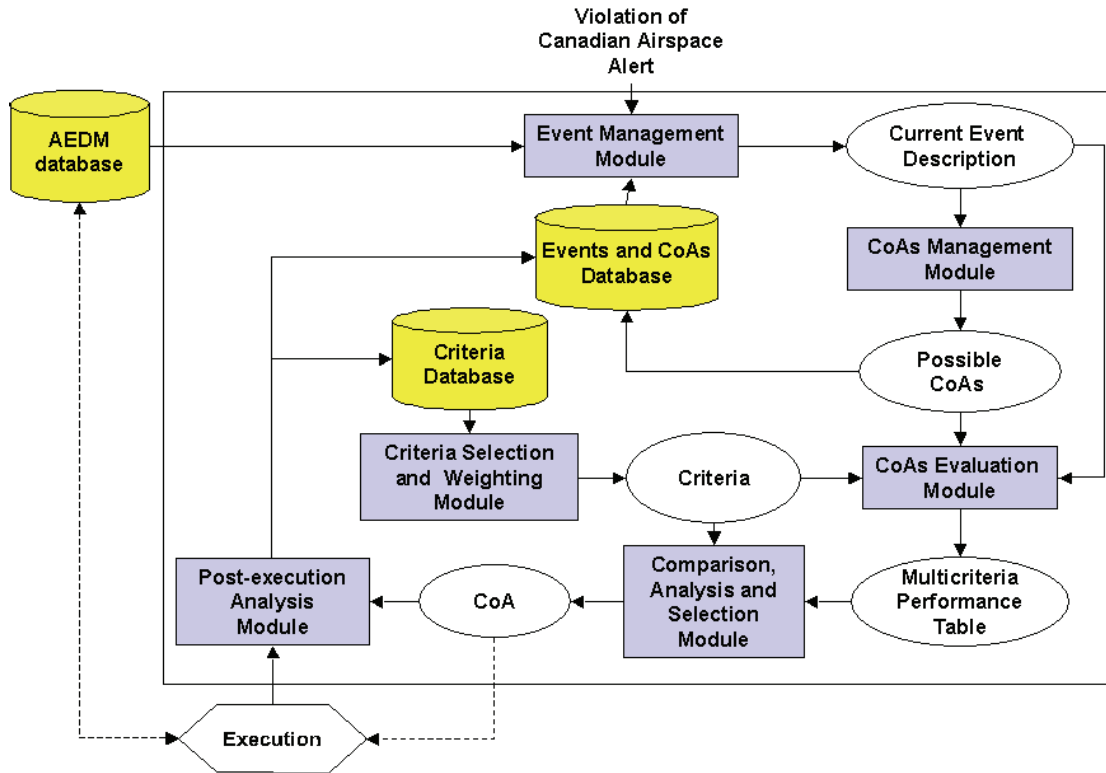


Figure 2. Architecture de CASAP [2]

- Analyse et comparaison de ces SAs (*Comparison, Analysis and Selection*) ; et
- Analyse post-exécution (*Post-execution Analysis*).

Le premier module (*Event Management Module*) permet à un usager de décrire un événement et de partager cette information avec les autres usagers du système. Il offre des facilités de recherche afin d'identifier des événements passés similaires au cas courant ainsi que de gestion de la base d'événements. Le deuxième module (*CoAs Management Module*) permet de créer et de décrire des SAs pouvant être utilisées comme réponse à l'événement décrit plus tôt. Ce module offre des facilités de recherche et de duplication de SAs développées par le passé. Lorsqu'un ensemble satisfaisant de SAs a été défini, le commandant est avisé qu'il peut débiter son processus de sélection de SAs. Le troisième module (*Criteria Selection and Weighting Module*) permet au commandant d'identifier, dans la base de données de critères, les critères qui seront utilisés pour évaluer les SAs ainsi que de décider du poids à accorder à chacun d'eux. Le quatrième module (*CoAs Evaluation Module*) évalue chaque SA en fonction de chacun des critères identifiés pertinent par le commandant. Le cinquième module (*Comparison, Analysis and Selection Module*) utilise une procédure multi-critères pour proposer un rangement des différentes SAs en fonction des critères sélectionnés et des poids déterminés par le commandant. Il inclut également les facilités nécessaires au commandant pour analyser les résultats du rangement proposé par le système, et pour avertir les membres

de l'équipe de la SA qu'il veut exécuter ou encore de la nécessité de développer d'autres SAs. Lorsqu'un événement est complété, le commandant peut alors utiliser le dernier module (*Post-execution Analysis Module*) pour capturer toute information pertinente reliée à l'analyse de ce qui s'est passé.

Dans CASAP, des modèles ont été développés pour représenter les événements de violation de l'espace aérien et des SAs. La Figure 3 présente le modèle conceptuel simplifié des informations manipulées lors des étapes d'analyse et d'évaluation (ex. type d'avion ennemi, intention de l'ennemi, etc.) ainsi que des informations contextuelles (considérations politiques et sociales par exemple). Cette information est cruciale pour l'équipe du COA lors de la génération de SAs. Ce modèle inclut des informations reliées à la caractérisation de la situation, aux hypothèses concernant l'ennemi et ses suites d'actions, aux capacités des forces disponibles, etc. De plus, le modèle de SA inclut des informations sur les actions à réaliser et sur les ressources impliquées.

Le module d'évaluation des SAs de CASAP a été conçu grâce à une étude détaillée du domaine d'application. Quatorze (14) critères d'évaluation (Table 1) ainsi que des heuristiques pour les évaluer ont été identifiés suite à des sessions d'acquisition de connaissance avec le personnel du COA. Ces critères ont été regroupés en facteurs afin de mieux cibler les différents aspects à considérer pour l'analyse de SAs lors de scénarios de lutte anti-drogue dans un contexte de paix [3]. Les échelles de mesure ont été établies afin de préserver les informations fournies par le personnel du COA. Les critères peuvent être associés à des échelles allant de quantitative et déterministe à qualitative, floue et probabiliste. La comparaison et le rangement des SAs sont réalisés grâce à une procédure d'agrégation de critères multiples appelée PAMSSEM [4].

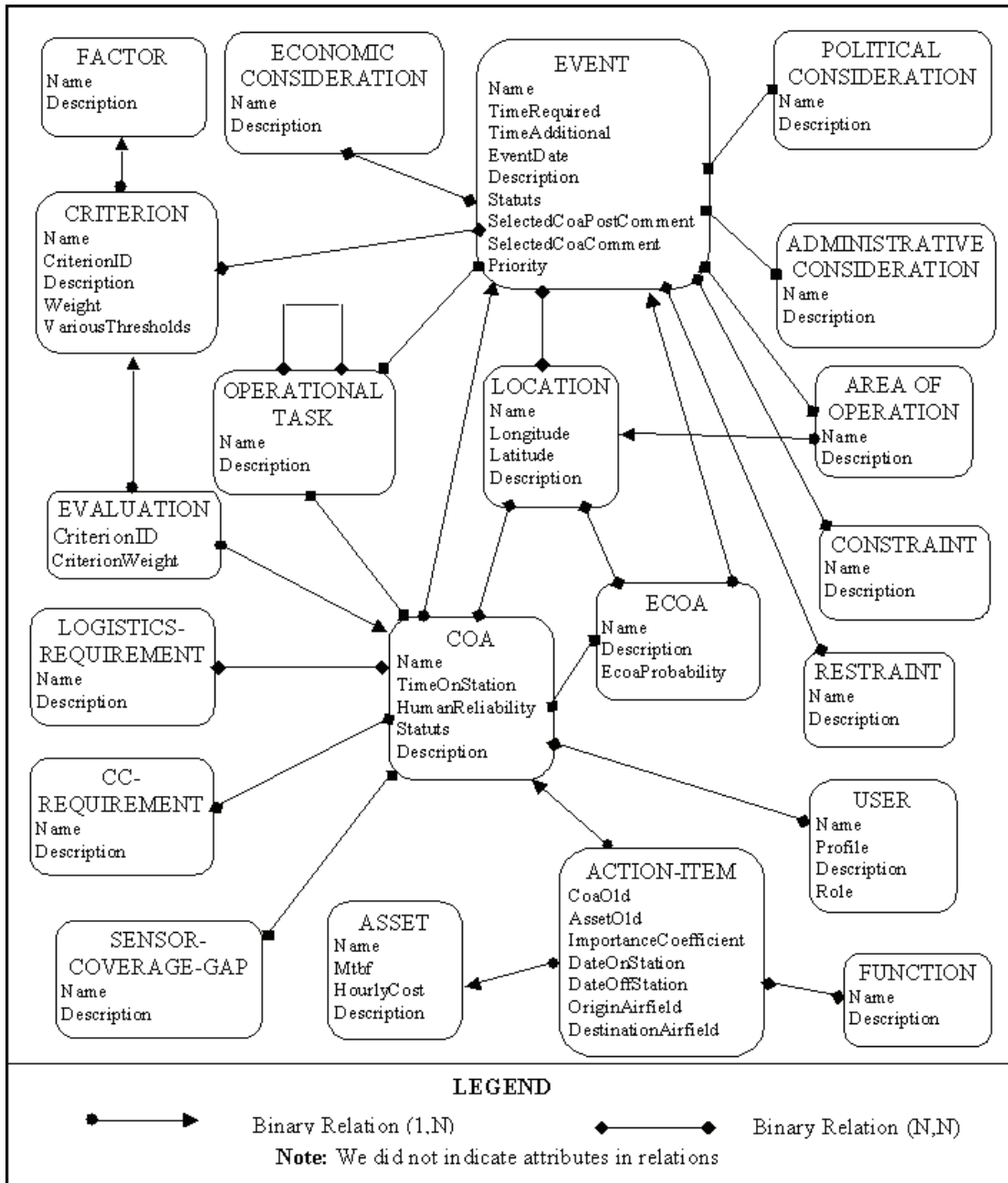


Figure 3 . Modèle conceptuel de données de CASAP

Table 1 . Description des critères [2]

Factor	Criterion	Concerned with
Flexibility		
	C1: Covering Operational Tasks	the ability of a CoA to adapt to possible changes in operational task which may occur during its implementation
	C2: Covering Mission's Possible Locations	the ability of a CoA to adapt to possible changes in the predicted mission's locations which may occur during the implementation of a CoA
	C3: Covering Enemy's CoA	the ability of a CoA to adapt in time to possible changes in the enemy's CoA that may occur during the implementation
Complexity		
	C4: Operations Complexity	the CoA implementation difficulties caused by its operational requirements
	C5: Logistics Complexity	the CoA implementation difficulties caused by its logistics requirements
	C6: Command and Control Complexity	the CoA implementation difficulties caused by Command and Control relationships and co-ordination requirements in operation
Sustainability		
	C7: Sustainability	the ability to continue (stay in) the operation as a function of the on-station time associated with the CoA
Optimum use of resources		
	C8: Cost of Resources	the cost of the resources being used
Risk		
	C9: Impact of the Sensors Coverage Gap	the possibility of mission failure caused by the existence of radar and/or radio gaps
	C10: Military Personnel Loss	the likelihood of military personnel loss during the mission
	C11: Collateral Damage	the possibility of collateral damage (anything but the target) during the mission
	C12: Confrontation Risk	the possibility of mission failure due to confrontation
	C13: CoA Equipment Reliability	the equipment reliability and the robustness of the CoA
	C14: CoA Personnel Effectiveness	the effectiveness of the personnel which may be jeopardised by fatigue, stress, etc. at any moment during the mission

CASAP a été conçu de façon à interagir avec plusieurs autres sources d'information et sous-systèmes dans un système global de Commandement et Contrôle (C&C). Il permet d'accéder à l'information disponible sur l'événement, l'état des ressources, les conditions des opérations, etc. En sortie, il fournit la SA choisie à un système de planification tactique qui est en charge de développer les plans tactiques mis en place pour réaliser la mission. Ce système de planification peut fournir l'information nécessaire à un système d'ATOs/ITOs pour la génération et la diffusion des ordres de mission. CASAP doit donc pouvoir accéder à la base

de données contenant les informations sur le statut des ressources, les aéroports, etc. Cette base de données est appelée AEDM (Air Environment Data Model). La Figure 4 montre comment CASAP pourrait s'intégrer dans un système plus général de C&C.

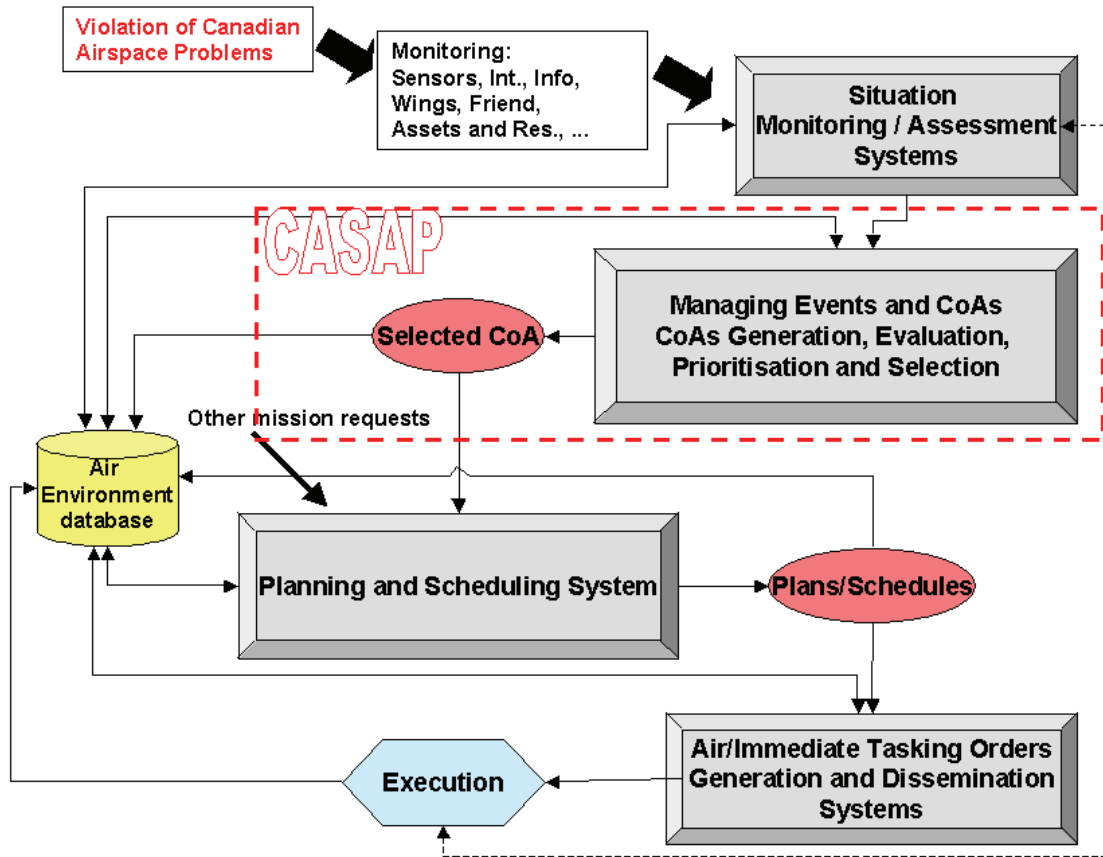


Figure 4 . Intégration de CASAP dans un système C&C [2]

Introduction de fonctions d'explication dans CASAP

Ye et Johnson [5] ont démontré que l'utilisation de mécanismes d'explications dans un système d'aide à la décision peut faciliter l'acceptation du raisonnement du système par l'utilisateur. En bref, l'utilisation d'explications augmente la crédibilité que les usagers accordent aux recommandations d'un système [6]. L'introduction de fonctions d'explication dans CASAP pourrait donc augmenter l'appréciation du système par les usagers. Conséquemment, une étude des besoins de CASAP en termes d'explication [7] a été menée et a conduit à l'identification de cinq types d'explications:

- **Les explications reliées à la démarche de résolution (I)** : Elles offriront à l'utilisateur une vision d'ensemble de la démarche de résolution et lui permettront de relier les différentes fonctionnalités offertes à cette stratégie globale.
- **Les explications reliées aux fonctionnalités (II)**: Elles seront fournies à différentes étapes de la résolution et donneront à l'utilisateur des informations sur ce qu'il visualise à l'écran et sur les opérations (évaluation, analyse, paramétrage) qu'il peut effectuer.
- **Les explications opérationnelles (III)**: Elles permettront à l'utilisateur d'associer les objets à l'écran aux opérations qu'il peut effectuer.
- **Les explications terminologiques (IV)**: Elles donneront des définitions pour les termes/concepts utilisés par le système (critère, facteur, etc.).
- **Les explications du raisonnement (V)**: Elles permettront à l'utilisateur d'interpréter les résultats présentés par le système (pourquoi un critère est proposé, comment il a été évalué, les principes de la résolution multi-critères, etc.).

Les explications de type I, II et IV devraient être intégrées à un menu *Aide* consultable à tout moment. Ce menu déroulant aurait trois éléments :

- *Démarche de résolution globale* (pour les explications de type I);
- *Glossaire* (pour les explications de type IV);
- *Fonctionnalités de cette fenêtre* (pour les explications de type II).

Les explications de type V pourront être génériques (ex. méthode de comparaison) ou spécifiques (ex. présentation des résultats intermédiaires). Les explications génériques seront accessibles à partir du menu *Aide / Fonctionnalités de cette fenêtre...*. Ce menu, qui permettra à l'utilisateur d'apprécier les résultats affichés à l'écran (explications de type II), comportera dans certains cas, des explications générales sur la méthode de résolution qui a permis d'obtenir ces résultats ou sur des concepts qui sont à la base de la fonctionnalité offerte. Quant aux explications spécifiques sur les résultats, elles seront fournies par l'intermédiaire de nouveaux modules introduits directement dans CASAP. Les explications de type III, les

seules à être fournies automatiquement, auront la forme d'aides contextuelles et seront activées par le curseur.

Le travail d'analyse qui a été réalisé dans le cadre du projet « Proposition d'une démarche pour l'intégration d'explications dans un système d'aide à la décision » [7] est suffisamment avancé pour qu'une équipe de développement puisse implanter les diverses facilités explicatives suggérées. L'introduction de ces divers types d'explications ne modifiera pas l'architecture existante de CASAP, mais l'enrichira plutôt avec des fonctionnalités complémentaires. Après cette implantation le système devrait être validé et testé avec des usagers et les ajustements nécessaires devraient être apportés.

Quelques réflexions sur l'intérêt d'utiliser une approche à base de cas

CASAP enregistre pour chaque événement les SAs qui ont été envisagées, les poids des critères qui ont été affectés à chaque événement, la décision du commandant relative au choix d'une SA, etc. Lorsque le système sera en opération, il est clair que la base de données des événements et des SAs va s'enrichir petit à petit avec les données relatives aux divers événements qui auront été traités. Il pourrait être intéressant d'exploiter ces données pour fournir une aide supplémentaire à l'équipe COA lors du traitement de nouveaux événements, de l'établissement de nouvelles SAs et de l'évaluation des critères relativement à ces SAs. Comme il n'existe pas de règles précises pour l'évaluation des événements, l'élaboration de SAs et l'évaluation des critères, il peut être intéressant de considérer l'utilisation de l'expérience passée sous forme de recherche de cas passés similaires au cas courant. Une approche à base de cas [8,9,10] semblerait appropriée pour enrichir les fonctionnalités de CASAP puisque grâce à la base de données des événements et des SAs (*Events and CoA Database*), CASAP offre les moyens techniques d'enregistrer les données factuelles reliées au traitement des cas traités par l'équipe COA.

Un module d'enregistrement de cas pourrait être intégré dans l'architecture de CASAP. La Figure 5 présente une vue simplifiée de l'architecture de CASAP augmentée avec des modules permettant le traitement de cas passés. On suggère d'enregistrer sous une forme structurée¹ les résultats de l'analyse post-exécution. En effet, l'analyse post-exécution fournit le moment adéquat pour évaluer les différentes actions accomplies et décisions prises pendant le traitement d'un événement. Si on peut structurer l'information recueillie en des structures de données adéquates (structure de cas à déterminer) on sera en mesure de rendre ces informations accessibles pour le traitement de futurs événements. Le module d'analyse de cas (*Case Analysis and Recording*) dans la Figure 5 est le module utilisé pour créer de nouveaux cas à partir des informations recueillies au cours de l'analyse post-exécution. Il exploite les informations contenues dans la base d'événements et de SAs.

L'une des étapes importantes de la création d'un nouveau cas est son indexation dans la base de cas. Une étude plus approfondie du domaine serait requise pour déterminer les caractéristiques des cas et les meilleurs moyens de les indexer. Bien entendu, l'ensemble des informations concernant chaque cas traité par l'équipe COA est enregistré dans la base d'événements et de SAs. Cependant, il ne serait pas efficace d'essayer d'indexer les cas en utilisant l'ensemble de ces informations. C'est pour cette raison que nous avons fait apparaître dans la Figure 5 la base de cas (*Case Base*) comme un dépôt séparé de la base de données des événements et des SAs. Ainsi, il faudrait essayer d'identifier quelles informations caractérisent plus spécifiquement les cas tout en étant pertinentes et utiles pour les membres de l'équipe COA. On peut penser dès à présent que les principales caractéristiques des événements et des SAs seront utiles à l'indexation des cas. Il semblerait que le profil du commandant soit aussi utile pour caractériser les choix des poids associés aux critères d'évaluation. Remarquons qu'il ne sera pas nécessaire de dupliquer dans la base de cas (*Case Base*) les informations

¹ Des écrans permettant d'orienter la phase de Post-Analyse devraient être mis au point

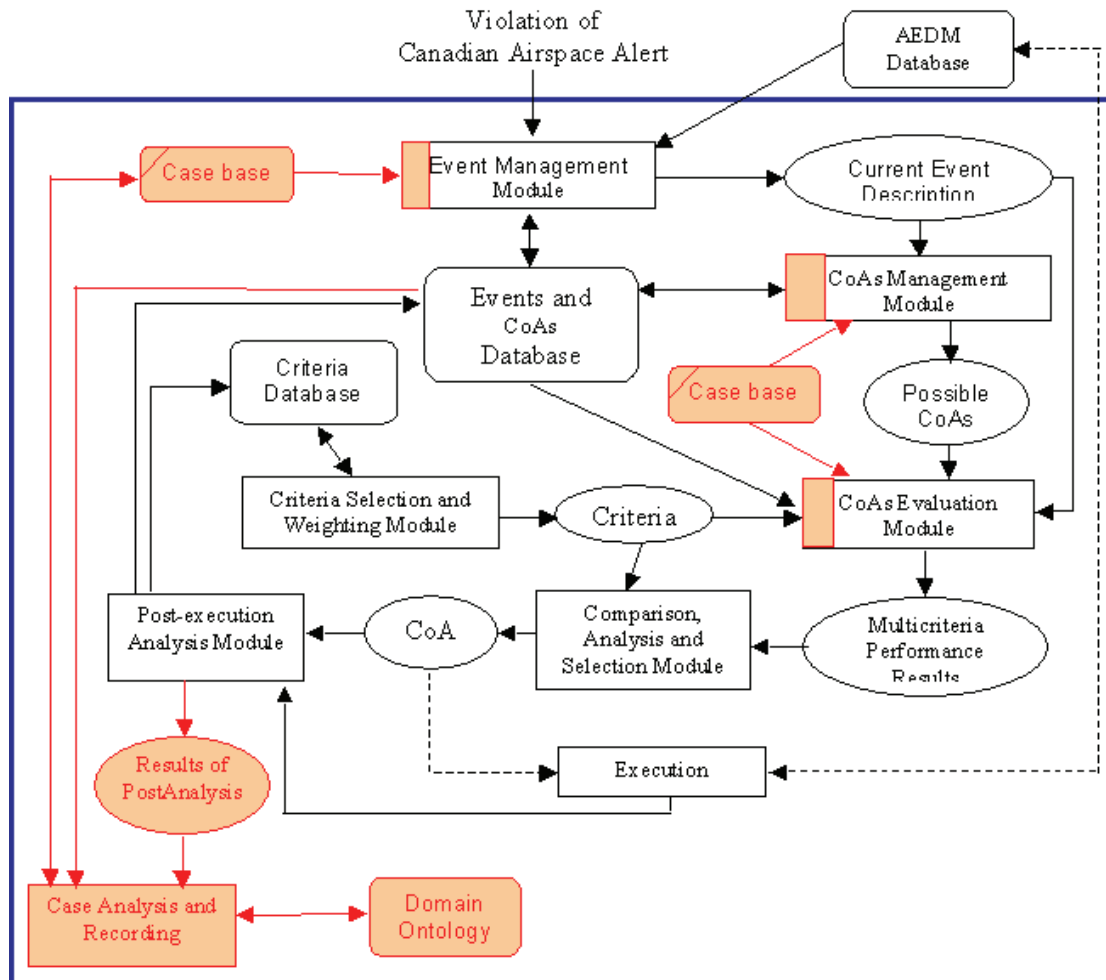


Figure 5 . Architecture de CASAP enrichie avec une base de cas

contenues dans la base d'événements et de Sas (*Events and CoAs Database*): il suffira d'enregistrer les informations nécessaires pour caractériser les cas. Des pointeurs seront utilisés pour relier la base de cas aux informations correspondantes dans la base d'événements et de SAs.

Précisons encore que les cas pourraient être indexés en utilisant une ontologie du domaine (*Domain Ontology*) que nous faisons apparaître en relation avec le module d'analyse de cas (*Case Analysis and Recording*) dans la Figure 5. Nous discutons plus en détails l'utilisation de l'ontologie dans une section suivante.

Le système CASAP devrait aussi être enrichi par des modules qui prennent en compte les informations contenues dans la base de cas. Nous avons représenté symboliquement ces modules comme des portions grisées dans les modules de gestion d'événements (*Event Management Module*), de gestion de SAs (*CoAs Management Module*) et d'évaluation des SAs (*CoAs Evaluation Module*). Tous ces modules qui sont reliés à la base de cas devraient être enrichis par des fonctions qui permettent de retrouver les cas similaires dans la base de

cas et de les présenter aux usagers de CASAP de façon à ce qu'ils puissent les utiliser pour traiter le cas courant.

Afin de poursuivre l'étude de faisabilité d'un système de gestion de cas dans CASAP, il faudra obtenir des informations précises sur les activités de résolution mises en œuvre par le personnel du COA et les commandants en particulier. Cette cueillette d'information devrait faire l'objet d'une ingénierie des connaissances conduite dans le cadre du COA

Leçons retenues et CASAP

Dans cette section nous présentons le concept de leçon retenue et quelques références à sa mise en œuvre pratique dans les organisations. Nous discutons des principales caractéristiques que pourraient prendre les leçons retenues dans le domaine aérien qui nous intéresse. Nous suggérons une approche pour intégrer des fonctionnalités de leçons retenues dans l'architecture de CASAP.

Le concept de leçon retenue

De nombreuses organisations gouvernementales, commerciales et militaires ont reconnu l'importance de faciliter le partage et l'enregistrement de connaissances d'expérience entre leurs employés. Elles ont développé des Systèmes de Leçons Retenues (*Lessons Learned Systems*) afin de rassembler et de disséminer les leçons d'expérience [11]. Ainsi, des centres de leçons retenues (*Lessons Learned Centers*) ont été mis en place.

A l'origine, les leçons retenues (*Lessons Learned*) ont été vues comme des lignes directrices, des trucs ou des checklists concernant ce qui a bien ou mal été au cours d'un événement. Par exemple, le centre canadien de leçons retenues de l'armée (*Canadian Army Lessons Learned Centre*) et le secrétariat américain de l'armée pour la recherche, le développement et l'acquisition (*US Secretary of the Army for Research, Development and Acquisition*) utilisent cette notion [12]. Le concept de leçon retenue (LR) a évolué de telle sorte que les leçons doivent être validées et avoir un impact sur le comportement organisationnel. Voici une définition qui est utilisée par les agences spatiales américaine, européenne et japonaise [13]:

"A lesson learned is knowledge or understanding gained by experience. The experience may be positive, as a successful test or mission, or negative, as in a mishap or a failure... A lesson must be significant in that it has a real or assumed impact on operations; valid in that it is factually and technically correct; and applicable in that it identifies a specific design, process or decision that reduces or eliminates the potential for failures and mishaps, or reinforces a positive result".

On peut se demander quelle est la différence entre un cas et une LR. En effet, un cas tout comme une LR permet d'enregistrer l'expérience pratique des experts ou praticiens. Cependant, il y a une différence entre ces deux notions.

Rappelons qu'un cas concerne essentiellement la démarche de résolution pour un problème donné. Typiquement, un cas offre un cadre structuré permettant à l'utilisateur d'enregistrer la description d'une situation à traiter, les principaux éléments qui ont conduit à l'élaboration d'une solution, une description des étapes de résolution du problème, et les résultats obtenus après l'application de la solution choisie. Ainsi, un cas est un moyen d'enregistrer l'expérience pratique de résolution d'un problème donné. Remarquons aussi que les cas sont intégrés dans une base de cas et que le système s'en sert pour faciliter la résolution de problèmes.

La notion de LR, quant à elle, est plus générale que la notion de cas. Elle offre l'opportunité d'enregistrer toute connaissance qui est jugée d'intérêt par l'utilisateur pour améliorer la pratique de ses activités et celles de ses collègues. Rappelons qu'une LR est une connaissance gagnée par expérience, positive ou négative, qui est significative, dans le sens qu'elle a un impact réel ou présumé sur les opérations en réduisant les possibilités d'échec ou d'erreur et/ou en renforçant les bonnes pratiques. Une LR peut concerner toute activité de l'utilisateur et n'est pas limitée à la résolution de problème comme l'est le concept de cas. De plus, une LR est généralement enregistrée sous une forme plus libre (moins structurée) que ne l'est un cas. Les LRs n'influencent pas la procédure de résolution de problème qui est implantée dans le système alors que la base de cas est précisément utilisée à cette fin. Les LRs sont disponibles pour fournir des conseils, des bonnes pratiques ou indiquer des actions à éviter. Elles sont généralement consultables sur l'initiative de l'utilisateur.

Leçons retenues dans le domaine aérien

Considérant le domaine du contrôle aérien, nous pouvons poser facilement l'hypothèse que les membres du COA ont accumulé une grande quantité de connaissances d'expérience à l'occasion des divers cas traités par le passé. Ces connaissances d'expérience sont certainement une bonne source pour l'élaboration de LRs et le défi est de trouver un moyen de les acquérir et de les rendre disponibles.

Les membres expérimentés du COA auraient certainement de nombreuses LRs à partager avec des membres novices pour chacune des activités accomplies dans le COA. En partant du modèle fonctionnel proposé pour le traitement des situations d'urgence (Figure 1), on peut proposer un cadre préliminaire de catégorisation des LRs pour le domaine du contrôle aérien en référence aux étapes de traitement d'une situation d'urgence :

- LRs reliées à l'analyse de situation (situation assessment) ;
- LRs reliées aux directives du commandant (commander's guidance) ;
- LRs reliées à la génération d'options (generation of options) ;
- LRs reliées à la sélection d'options (selection of options) ;
- LRs reliées au développement d'ATOs (development of air tasking orders) ;
- LRs reliées au développement d'ITOs (development of immediate tasking orders) ;
- LRs reliées à la mise en œuvre d'ordres de tâches (implementation of tasking orders) ;
- LRs reliées au suivi de la situation (monitoring of the situation).

Lorsque CASAP sera en opération, les membres du COA prendront de l'expérience dans l'utilisation de l'approche multi-critères qui lui est associée : identification des meilleurs critères pour une catégorie d'événements donnée, évaluation des critères par rapport aux différents types de suites d'actions, etc. On pourrait donc penser à rassembler des LRs reliées à l'usage de CASAP.

Ainsi, on a identifié deux grandes catégories de LR :

- Celles qui correspondent au processus de traitement des situations d'urgence et qui mettent en œuvre plus particulièrement des connaissances de résolution ;
- Celles qui correspondent à l'utilisation de CASAP et à la mise en œuvre de l'approche multi-critères. Ces LR pourraient servir à améliorer les explications de CASAP.

On peut remarquer que l'une des étapes finales du processus de traitement des situations d'urgence (Figure 1) est la Post-analyse. Pendant cette étape les membres du COA analysent la façon dont l'événement a été traité ainsi que les résultats de la suite d'actions choisie. Cela constitue un moment opportun pour analyser et synthétiser, en vue d'usages futurs, le cas qui vient d'être traité et pour rassembler les LR correspondantes.

Différentes utilisations des leçons retenues

Bien que les LR seront avant tout consultées par les usagers, certaines pourraient servir pour illustrer des explications de CASAP. On peut aussi penser que diverses informations recueillies auprès des usagers grâce à un calepin électronique pourraient être utilisées pour améliorer CASAP lui-même. De plus, certaines LR pourraient servir à enrichir une base de cas de CASAP. Enfin, certaines LR pourraient servir à améliorer les procédures suivies par les membres du COA et éventuellement la doctrine.

Consultation des leçons retenues par les usagers

Les LR seront d'abord et avant tout disponibles pour consultation par l'utilisateur. Comme nous l'avons vu, l'un des défis de conception est de trouver un moyen d'indexer de façon efficace les LR afin de permettre à l'utilisateur de retrouver facilement les LR pertinentes quand il en a besoin. On peut par exemple utiliser l'ontologie du domaine pour indexer et faire la recherche de LR. Nous avons déjà parlé d'une telle approche pour indexer les cas dans CASAP. Elle s'appliquerait de façon similaire aux LR.

L'utilisateur prendra l'initiative de consulter les LR lorsqu'il le jugera approprié. Tous les types de LR devraient être accessibles : les LR liées au processus de traitement des situations d'urgence, les LR reliées à l'utilisation de CASAP et les LR reliées à la mise en œuvre de l'approche multi-critères. La fenêtre permettant à l'utilisateur de faire la recherche de LR pourrait être conçue de façon à mettre en évidence les différentes catégories de LR accessibles. L'ergonomie de cette interface va au-delà du présent projet, mais elle constituera un facteur de succès d'utilisation du système de LR lorsqu'il sera développé.

Leçons retenues et explications

On peut penser que certaines LR pourraient être utilisées pour illustrer certaines explications, en particulier les LR reliées à l'utilisation de CASAP et à la mise en œuvre de la méthode multi-critères. Ainsi, une LR (par exemple une suite d'actions

qui a particulièrement bien fonctionné) associée à un événement particulier pourrait être utilisée à des fins d'illustration lorsque CASAP ferait la recommandation de certains critères à appliquer pour un événement ayant des caractéristiques similaires.

Dans le contexte général d'un système de gestion de LR (en dehors de CASAP), on pourrait penser à associer à un tel système des explications qui justifieraient par exemple le choix des LR proposées à l'utilisateur ou qui indiqueraient dans quelles circonstances les LR ont été obtenues. On serait alors en présence d'un système d'explications développé spécialement pour appuyer l'utilisation du système de gestion de LR.

Nous avons fait une recherche sur Internet² pour essayer de découvrir si des travaux ont été réalisés relativement à l'exploitation des LR à des fins d'explication. Notre recherche a été infructueuse.

Exploitation du calepin électronique pour l'amélioration de CASAP

L'utilisation du calepin électronique peut fournir des informations précieuses sur la manière dont les usagers perçoivent l'utilisation de CASAP. On pourrait d'ailleurs créer une section spéciale dans le calepin relative à l'appréciation qu'ont les usagers de CASAP. On peut anticiper que les remarques des usagers toucheront aussi bien l'ergonomie de l'interface de CASAP que la facilité d'interagir avec CASAP et la compréhension de la méthode analytique mise en œuvre par CASAP.

Ces remarques pourront être utilisées par les concepteurs de CASAP pour :

- améliorer l'interface,
- éventuellement modifier des fonctionnalités du système,
- améliorer les explications existantes,
- ajouter de nouvelles explications.

Pratiquement, les remarques des usagers consignées dans les calepins électroniques permettraient d'attirer l'attention des concepteurs sur des points à améliorer dans CASAP. Les concepteurs pourraient alors utiliser une démarche classique d'analyse des besoins des usagers pour déterminer les améliorations à apporter au logiciel.

Ainsi, l'expérience acquise par les usagers relativement à l'utilisation de CASAP pourrait influencer directement l'évolution du logiciel.

² La recherche a porté sur les mots clé: explanation lessons learned, explanatory lessons learned, explications et leçons retrouvées avec divers engins de recherche.

Enrichissement de la doctrine

Il est possible que certaines LR puissent être généralisées et ainsi conduire à la découverte de nouvelles règles de procédure qui pourraient être intégrées à la doctrine. En effet, il est important que la doctrine évolue grâce à l'expérience acquise dans la pratique quotidienne. Or les LR sont un moyen tout indiqué pour recueillir auprès des praticiens des connaissances heuristiques acquises en situations d'urgence réelles. Certaines LR pourraient proposer de bonnes pratiques de résolution de cas ou de mise en œuvre du processus de résolution.

Les notes prises par les membres du COA devront être éditées et validées par une personne que nous appelons un *analyste-LR* qui connaît le répertoire de LR.

Dans ce cas, l'analyste-LR en collaboration avec les concepteurs du système et les responsables de la doctrine devra déterminer si la LR doit servir à améliorer la base de cas (si celle-ci est disponible dans le système) et/ou si elle peut être utilisée pour enrichir la doctrine.

Introduction de fonctionnalités de leçons retenues dans l'architecture de CASAP

La Figure 6 présente une proposition initiale d'intégration de fonctionnalités de gestion de LR dans l'architecture de CASAP. L'idée de base est de permettre aux membres du COA d'enregistrer à tout moment des textes dans un *calepin électronique* (dépôt *electronic pad* dans la Figure 6), ces textes décrivant les trucs, conseils, leçons ou remarques venus à l'esprit de l'utilisateur pendant l'utilisation de CASAP. Le calepin électronique pourrait fournir des cadres structurés pour saisir l'information ou laisser la personne entrer du texte libre. Un utilisateur de CASAP devrait pouvoir accéder en tout temps au calepin électronique comme à une ressource disponible grâce à un clic sur une icône. De la même façon, l'utilisateur devrait pouvoir accéder à un système de consultation de LR (représenté par le dépôt *LL Repository* dans la Figure 6) grâce à un clic sur une icône. Nous n'avons pas représenté dans la Figure 6 les modules qui gèrent l'accès au calepin électronique et au répertoire électronique.

Diverses options pourraient être considérées afin d'assurer le caractère personnel de l'information consignée dans le calepin électronique par l'utilisateur. Une première option consisterait à introduire un mécanisme simple qui permette à l'utilisateur, lorsqu'il le désire, de rendre accessible à l'analyste-LR son calepin électronique. Ainsi, l'utilisateur pourrait avoir le temps d'éditer le contenu de son calepin électronique. Le mécanisme d'autorisation d'accès au calepin pourrait prendre la forme d'une icône permettant d'ouvrir une fenêtre demandant à l'utilisateur la confirmation qu'il rend possible l'accès de son calepin. Une deuxième option consisterait à découper le calepin en deux zones ; la première zone ne serait accessible que par l'utilisateur, la deuxième étant accessible aussi par l'analyste-LR. Ainsi, l'utilisateur pourrait verser dans la zone accessible à l'analyste-LR les informations qu'il juge pertinentes, quand il le désire. L'option 1 pourrait être combinée à l'option 2 pour permettre à l'utilisateur d'avertir l'analyste-LR qu'il y a de l'information à consulter dans son calepin électronique.

A partir des notes des différents calepins électroniques rendues disponibles par les membres du COA, l'analyste-LR sera chargé de valider le contenu proposé, d'identifier son potentiel pour créer des LR, vérifier qu'elles ne sont pas déjà disponibles dans le répertoire des LR, etc. Après ces vérifications, l'analyste-LR éditera le texte pour le présenter sous une forme standardisée (éventuellement en utilisant des templates prédéfinis). Puis, il indexera les LR et les rendra disponibles dans le répertoire des LR. L'indexation pourra se faire en utilisant l'ontologie du domaine si elle est disponible. Ce sont ces fonctions du système qui sont présentées dans la Figure 6 grâce au module *LL Analysis Indexing and Recording*.

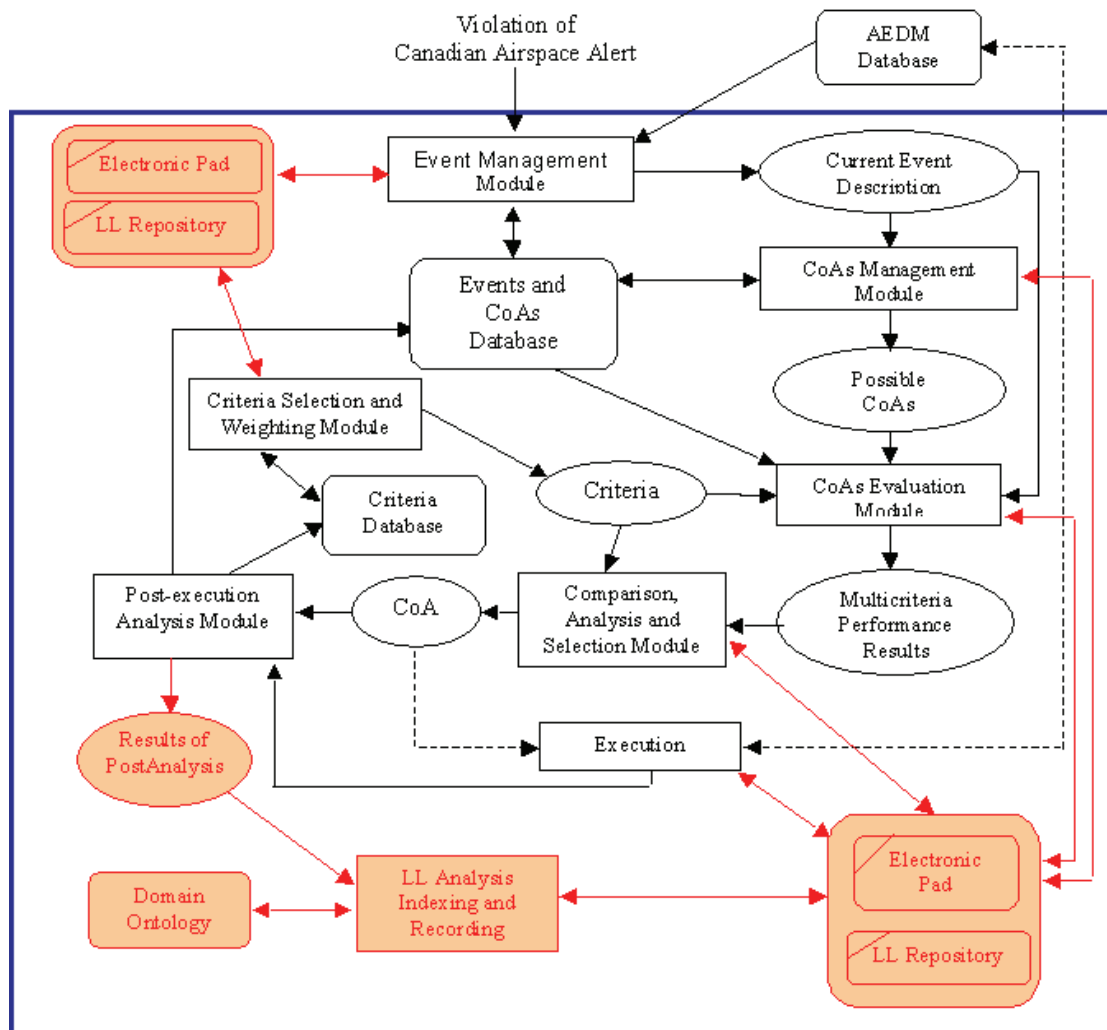


Figure 6 . Enrichissement de l'architecture avec des fonctions de gestion de LR

On remarque également que le module *LL Analysis Indexing and Recording* permet aussi à l'analyste-LR d'accéder aux résultats du module d'analyse post-exécution (*Post-Execution*

Analysis Module) qui sont susceptibles de fournir des informations intéressantes pour créer des LRs. On peut songer à structurer les données fournies par le module d'analyse post-exécution de façon à faciliter l'extraction des informations utiles pour l'analyste-LR : l'interface pourrait comporter des champs tels que *Conseils, Recommandations, Choses à ne pas faire*, etc.

Dans un premier temps et à court terme, la fonctionnalité du calepin électronique pourrait être mise en œuvre facilement dans CASAP. Cela permettrait de recueillir diverses informations auprès des usagers concernant leur appréciation du logiciel, les connaissances pratiques qu'ils veulent partager, etc. Cette seule fonctionnalité permettrait de recueillir beaucoup d'informations susceptibles d'améliorer CASAP et la méthode de prise de décision associée.

Dans un deuxième temps, le système complet de gestion de leçons retenues pourrait être analysé, conçu et implanté. Il est clair que les propositions pour l'architecture présentées dans ce document doivent être vues comme un premier pas vers la réalisation d'une étude de faisabilité pour la réalisation d'un tel système. Diverses organisations ont proposé des processus de gestion des leçons retenues (*Lessons Learned Processes*) pour communiquer comment les leçons doivent être acquises, vérifiées et disséminées [14]. Tel que présenté dans l'étude de Weber [12], il faudrait préciser un certain nombre de points en fonction du contexte d'opérations pour lequel CASAP a été développé. Ces points sont :

- *Niveau d'abstraction des leçons*: Quel degré de généralité est adéquat pour faciliter la réutilisation des leçons ?
- *Information de contact avec les auteurs*: Certains centres de LR rendent accessible l'information sur les auteurs de LR. Un inconvénient peut être relié à la crainte des auteurs que cela soit utilisé à des fins d'évaluation des personnes.
- *Leçons obsolètes*: Cela peut devenir une préoccupation majeure car garder des leçons obsolètes risque d'augmenter les temps de recherche et de diminuer la précision des résultats.
- *Leçons textuelles*: Comment automatiser l'extraction de leçons à partir de documents textuels ?
- *Recherche d'information*: Il est intéressant d'explorer comment la recherche de cas peut être améliorée avec d'autres techniques telles que les ontologies et la *latent semantic analysis*.
- *Maintenance*: la maintenance des répertoires de LR est un autre point important à considérer.

Si le système CASAP est enrichi par une base de cas et un répertoire de LRs, il est très possible que plusieurs LRs obtenues par les membres de COA puissent servir à enrichir la base de cas une fois formulée sous une forme structurée de cas. C'est le genre d'approche préconisée dans le projet RECALL [15].

Nous avons précédemment introduit l'usage d'un calepin électronique permettant à l'utilisateur de recueillir des connaissances heuristiques qu'il juge pertinentes. Il est clair que l'utilisateur ne fera pas de distinction entre ce qui pourrait relever d'une LR ou d'un cas. Il enregistrera simplement ce qu'il juge intéressant pour un usage futur. Il est du ressort de l'analyste-LR de déterminer si l'information recueillie peut servir à enrichir le répertoire des LRs (LL Repository) ou si elle doit être intégrée dans la base de cas sous la forme d'un cas à part entière ou pour enrichir un cas existant.

Lorsqu'une analyse plus détaillée sera faite au sujet des formes que peuvent prendre les cas et les LRs dans CASAP, il sera possible d'identifier certaines rubriques qui pourront être utilisées pour structurer le contenu du calepin électronique et orienter l'utilisateur lorsqu'il saisira les informations dans son calepin. Bien entendu, l'utilisateur devra être libre d'utiliser ces rubriques ou non pour consigner l'information qu'il juge pertinente.

Utilisation d'une ontologie du domaine dans CASAP

Dans la section précédente nous avons évoqué l'utilisation d'une ontologie du domaine pour aider à l'indexation de cas dans CASAP. Les ontologies sont très utiles pour indexer et faciliter la recherche de documents. Par exemple, le système ONTOSAR [16] utilise une ontologie pour l'indexation et la recherche de documents dans le domaine de la recherche et du sauvetage (*Search and Rescue*). On trouve dans une ontologie l'ensemble des concepts pertinents à un domaine particulier, organisés sous forme de hiérarchies d'abstraction (relations de généralisation entre concepts) ou de treillis de concepts. On peut aussi compléter une ontologie par un fichier de synonymes qui précise les divers termes employés par les usagers pour nommer chaque concept. L'intérêt d'une ontologie est de fournir un vocabulaire commun pour standardiser l'indexation des documents. Lors de la recherche de documents, les usagers peuvent utiliser au besoin l'ontologie pour vérifier quels termes sont disponibles pour formuler leurs requêtes.

Ainsi, on pourrait penser à utiliser une ontologie pour indexer les explications terminologiques dans CASAP. Tout terme ou expression apparaissant dans l'interface de CASAP pourrait être associé à un identifiant correspondant à un concept de l'ontologie. On pourrait gérer les explications terminologiques dans un fichier spécifique indexé par les éléments de l'ontologie. Une telle approche faciliterait la gestion des explications terminologiques et leur traduction en diverses langues, tout en permettant de mettre à la disposition de l'utilisateur une fonctionnalité simple de recherche des explications (en utilisant par exemple une interface similaire au système d'aide dans Windows).

L'ontologie pourrait aussi être utilisée pour indexer la base de cas qui a été discutée dans une section précédente. Ainsi, on pourrait utiliser des concepts de l'ontologie pour caractériser les cas. Cela faciliterait l'uniformisation du vocabulaire utilisé dans les divers modules de CASAP, ainsi que la mise en œuvre de mécanismes similaires d'indexation et de recherche des divers types d'informations (documents, cas, explications, leçons apprises).

L'élaboration d'une telle ontologie demanderait une étude approfondie qui dépasse le cadre du présent projet. Cependant, nous pouvons suggérer une approche qui permettrait d'amorcer la constitution de cette ontologie. Nous partons de la vue simplifiée du modèle conceptuel de la Figure 3. Dans ce modèle les entités sont représentées par des rectangles à coins arrondis. Les relations sont représentées par des liens établis entre ces rectangles. Quand un lien a deux petits losanges à ses extrémités, la relation est de cardinalité (N,N). Quand une extrémité d'un lien comporte une flèche et l'autre un losange, la relation est de cardinalité (1, N). Nous n'avons pas représenté les attributs contenus dans les relations du modèle et nous présentons seulement les principaux attributs des entités.

Ce modèle présente les principaux éléments d'intérêt dans une situation d'urgence: événement (*Event*), SA (*CoA*), localisation (*Location*), tâche opérationnelle (*Operational Task*), besoins en logistique (*Logistics requirement*), ressources (*Asset*), fonction (*Function*), etc. Il présente aussi les éléments utilisés pour évaluer les SAs: *Evaluation*, *Criterion*, *Factors*. Ces éléments pourraient être utilisés pour établir un noyau de l'ontologie.

Voici quelques concepts qui pourraient faire partie de l'ontologie. Nous avons nommé les relations entre concepts d'une façon systématique en utilisant le préfixe Rel.

ActionItem, RelActionItemCoa, RelActionItemFunction, RelActionItemAsset
AdministrativeConsideration, RelAdminiConsiderationEvent
AreaOfOperation, RelAreaOperEvent
Asset
Coa, RelEventLocation, RelCoaOperationalTask, RelCoaEvent, RelCoaUser,
Constraint, RelConstraintEvent
Criterion, RelCriterionEvent
Ecoa, RelEcoaCoa, RelCoaEvaluation, RelEcoaLocation
EconomicConsideration, RelEconoConsiderationEvent
Event, RelEventOperationalTask, RelEventChosenCoa, RelEventUser
EventType, RelEventTypeCriterion
Function
Location, LocationConditionalProbability, RelEventLocation
OperationalTask, RelOperatTaskOperaTask,
PoliticalConsideration, RelPoliticConsiderationEvent
Restraint, RelRestraintEvent

Les attributs associés à ces concepts sont ceux qui sont inclus dans le modèle conceptuel de CASAP. Ce modèle est déjà très riche. Cependant, l'ontologie pourrait être enrichie avec les concepts spécifiques à la démarche de résolution supportée par CASAP et qui sont employés dans l'interface du système. On aurait ainsi une bonne base ontologique pour classer les cas, mais aussi pour établir les explications terminologiques associées au système.

L'élaboration de l'ontologie de CASAP et le développement du système de gestion de cette ontologie pourraient être menés en parallèle avec l'élaboration du système d'explication et avec la première phase de développement du système de gestion de leçons retenues (Calepin électronique).

Il est clair que pour pouvoir utiliser l'ontologie dans les divers sous-systèmes, il faudra tout d'abord développer le système de gestion de l'ontologie. On pourra faire une première version de l'ontologie qui pourra être utilisée pour le module d'explications terminologiques. Suivant les échéanciers des divers sous-projets qui requièrent l'ontologie, on pourra faire un noyau de l'ontologie qui servira pour des fins d'indexation et de recherche de documents (leçons retenues, cas). Il est recommandé de tester cette ontologie sur un échantillon significatif de documents pour s'assurer que l'on couvre bien le domaine. On pourra procéder ensuite à une indexation systématique des documents disponibles.

Il est presque impossible de déterminer a priori tous les éléments constituant une ontologie. Celle-ci est appelée à évoluer. Aussi, il faudra prévoir une procédure de révision des index des documents déjà indexés afin de s'assurer que de nouveaux ajouts dans l'ontologie sont bien pris en compte dans toute la base indexée.

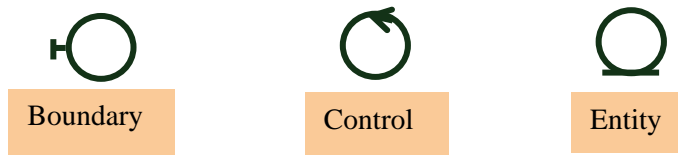
Esquisse d'une architecture conceptuelle globale

Dans les sections précédentes nous avons introduit divers types de systèmes qui pourraient améliorer CASAP: système d'explications, système à base de cas, système de gestion de LR. Nous avons présenté ces systèmes indépendamment les uns des autres pour en faire ressortir les fonctionnalités propres et pour montrer leurs interactions avec CASAP.

Considérant le système à base de cas, nous nous en tiendrons aux propositions faites précédemment. En effet, comme on a pu le constater sur la Figure 5, la prise en compte des cas peut conduire à modifier la plupart des modules de CASAP et va influencer le processus de résolution de problème. Il faudrait conduire une étude plus approfondie pour déterminer précisément les impacts de l'introduction d'un système de gestion de cas sur l'architecture de CASAP.

Si l'on considère les fonctionnalités reliées aux explications et à la gestion de LR, il a été montré dans les sections précédentes qu'elles pourraient être intégrées à l'architecture de CASAP sans grande modification. Dans cette section nous présentons une esquisse d'une architecture conceptuelle qui montre comment les fonctionnalités reliées aux explications et à la gestion de LR pourraient être intégrées dans CASAP. Nous utilisons un formalisme utilisé pour représenter les modèles d'analyse dans le *Rational Unified Process* [17]. Ce formalisme avait été précédemment introduit dans la méthode *Objectory* [18]. Il est repris actuellement par la firme Rational qui est à l'origine du langage UML en complément aux modèles disponibles dans UML (*Unified Modeling Language*). L'objectif du modèle d'analyse (*Analysis Model*) est de fournir un intermédiaire entre les diagrammes de *use case* qui spécifient les besoins des usagers et les diagrammes de UML (diagramme de classes, diagrammes de collaboration, diagramme de séquence) qui spécifient de façon détaillée les caractéristiques du système à bâtir. Le modèle d'analyse permet de présenter les caractéristiques du système à un niveau conceptuel alors que les autres diagrammes de UML (classe, collaboration, etc.) présentent les détails du système pour des fins de spécification ("design") et d'implémentation.

Dans un modèle d'analyse on utilise trois types de classes présentés ci dessous.



Les classes de limite ("boundary") permettent de spécifier les principaux éléments qui constitueront les interfaces du système. Elles sont en contact avec des acteurs externes (usagers). Les classes de contrôle ("control") permettent de représenter les fonctionnalités internes au système (contrôles, calculs, etc.). Les classes d'entité ("entity") représentent les classes faisant le lien entre le système et les données persistantes de l'application (bases de données par exemple).

Il faut bien remarquer qu'il y a une différence notable entre les classes du modèle d'analyse et les classes du diagramme de classes d'UML. Dans le modèle d'analyse, les classes représentent des composantes (des sous-systèmes) du système et leurs principales interactions. Dans un diagramme de classes, les classes représentent les classes qui effectivement supporteront l'implantation du système. Ainsi, il est courant qu'une classe du modèle d'analyse se traduise en plusieurs classes dans le diagramme de classes.

Le système CASAP enrichi

La Figure 7 présente le modèle d'analyse mettant en évidence l'intégration des fonctions d'explications et les fonctions de gestion de LRs.

Dans la partie gauche de la Figure 7 les pictogrammes non colorés représentent les principales fonctionnalités de CASAP. Dans la partie centrale de la figure, les pictogrammes colorés en jaune pâle représentent les fonctionnalités d'explication. Enfin dans la partie droite les pictogrammes colorés en vert pâle représentent les fonctionnalités liées à la gestion des LRs.

L'interface permet à l'utilisateur d'interagir avec le système. L'interface transmet au Contrôleur (*CASAP Controller*) les commandes de l'utilisateur. Le contrôleur passe le contrôle à l'un des principaux sous-contrôleurs : le module de traitement existant actuellement dans CASAP (que nous nommons *Resolution Controller*), le contrôleur d'explications (*Explanation Controller*), le contrôleur de LRs (*LL Controller*) ou le contrôleur de l'aide contextuelle (*Contextual Help Controller*).

Le module de traitement existant actuellement dans CASAP (*Resolution Controller*) contient les principales fonctionnalités de CASAP, *Event Manager*, *CoA Manager*, *Criteria Manager* et *Analysis Manager* qui s'appuient toutes sur la base de données *Event and CoA database*. Au module *Analysis Manager* se greffe une fonctionnalité d'explication (*Reasoning Explanations* piloté par son contrôleur) qui correspond aux explications de type V.

Le contrôleur d'explications (*Explanation Controller*) gère les modules supportant les explications de type I, II et IV qui correspondent respectivement aux contrôleurs *Approach Description*, *Window Use Explanation* and *Vocabulary Explanation*. Le contrôleur de l'aide contextuelle (*Contextual Help Controller*) permet de prendre en charge les explications de type III.

Le contrôleur de LRs (*LL Controller*) gère l'accès au contrôleur du calepin électronique (*Electronic Pad Controller*) et au gestionnaire du répertoire de LRs (*LL Repository Manager*).

Remarquons que tous les contrôleurs d'explication et de gestion des LRs accèdent à des classes qui emmagasinent les données persistantes nécessaires. Notons encore que l'ontologie (*Ontology*) est utilisée par les contrôleurs *Vocabulary Explanation* et *LL Repository Manager*.

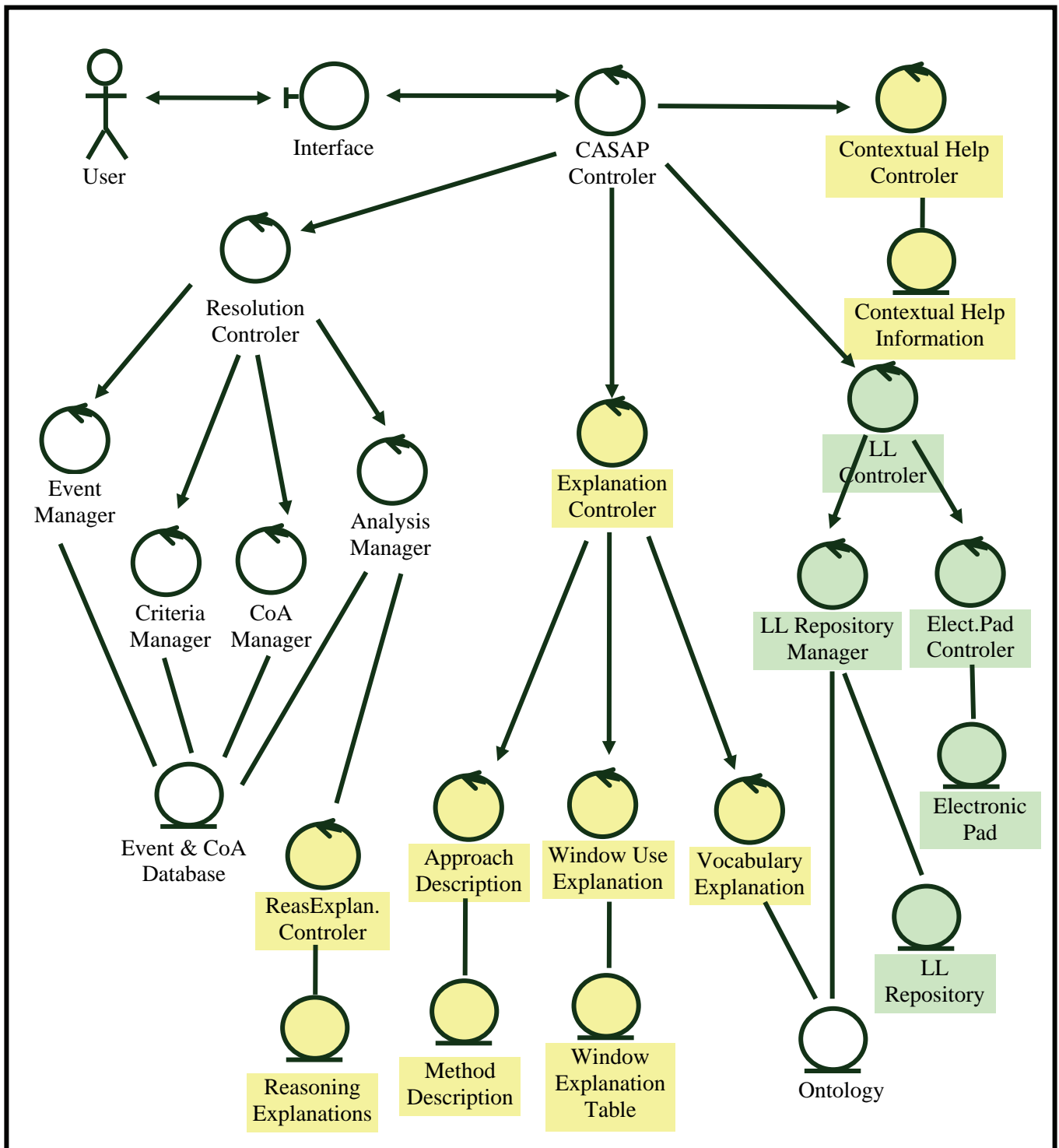


Figure 7 . Esquisse d'une architecture conceptuelle

Un système de gestion des leçons retenues

La Figure 8 présente une esquisse de l'architecture d'un module qui permettrait à un Analyste-LR de gérer les leçons retenues dans CASAP.

Ce système est composé d'une interface qui permet à l'Analyste-LR de communiquer avec le système et qui transmet ses commandes au contrôleur du système de gestion des LR (*LL Management Controller*). Ce dernier coordonne les activités du module d'analyse des calepins électroniques (*Electronic Pad Analysis*), du module d'édition des LR (*LL Editing Module*), du module d'indexation des LR (*LL Indexing Module*), du module de consultation des LR (*LL Consultation Module*) et du module de révision de l'ontologie (*Ontology Revision*).

Le module d'analyse des calepins électroniques (*Electronic Pad Analysis*) permet à l'Analyste-LR d'accéder aux calepins électroniques (*Electronic Pads*) des membres du COA, d'en analyser le contenu pour extraire les informations qui vont être emmagasinées dans le fichier des LR à éditer (*Edited LRs*) ou dans un fichier d'autres informations utiles (*Other Useful Information*) où sont consignées les connaissances susceptibles d'influencer la base de cas ou la doctrine.

Le module d'édition des LR (*LL Editing Module*) permet à l'Analyste-LR de mettre en forme les LR retenues. C'est un travail d'édition et de reformulation afin d'uniformiser la représentation des LR qui sont enregistrées dans le répertoire de LR (*LL Repository*).

Le module d'indexation des LR (*LL Indexing Module*) permet à l'Analyste-LR d'indexer les nouvelles LR en tenant compte de l'ontologie du domaine (*Ontology*). Le résultat de l'indexation est conservé dans le répertoire de LR (*LL Repository*).

Le module de consultation des LR (*LL Consultation Module*) permet à l'Analyste-LR de consulter le répertoire des LR (*LL Repository*) quand il a besoin de prendre connaissance des LR disponibles.

Le module de révision de l'ontologie (*Ontology Revision*) permet à l'Analyste-LR de modifier l'ontologie du domaine (*Ontology*) lorsqu'il trouve de nouveaux concepts ou expressions pertinentes. Il peut associer à chaque nouvelle entrée dans l'ontologie une brève description qui pourra être utilisée par le système pour fournir des explications terminologiques.

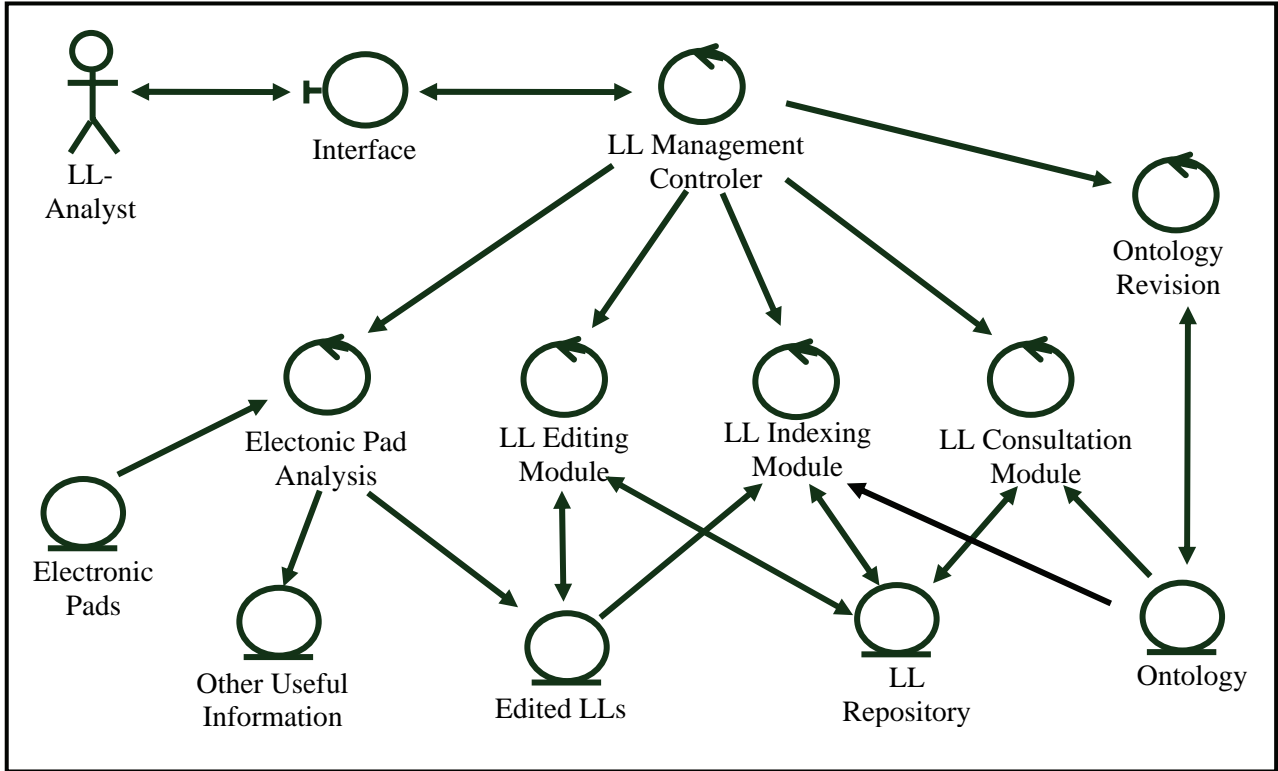


Figure 8 . Esquisse d'une architecture pour le module de gestion des LR

Conclusion

Comme il a été montré dans les sections précédentes, CASAP pourrait être enrichi par trois types de fonctionnalités : les explications, la gestion de leçons retenues et la gestion de cas. Une fonctionnalité commune à ces sous-systèmes est la gestion de l'ontologie du domaine de CASAP.

L'intégration d'explications dans CASAP permettrait de faciliter l'utilisation du système et même d'améliorer l'appréciation des usagers pour ce type de système. L'étude « Proposition d'une démarche pour l'intégration d'explications dans un système d'aide à la décision » montre clairement que le travail d'analyse réalisé est suffisamment avancé pour qu'une équipe de développement puisse implanter les diverses fonctionnalités d'explication suggérées.

L'utilisation d'une approche à base de cas pourrait être un apport important dans CASAP. L'enregistrement systématique de cas de résolution permettrait de faire ressortir les caractéristiques principales du traitement de chaque événement, de la génération des suites d'actions et des résultats obtenus pour les utiliser dans les diverses étapes de résolution de CASAP. Un cas enregistrerait de manière synthétique ces informations dans une structure de données. La base de cas pourrait être exploitée par le système pour traiter de nouveaux événements ayant des caractéristiques similaires.

Il existe plusieurs bonnes raisons pour vouloir utiliser un système de gestion de leçons retenues. Les LR seront avant tout consultées par les usagers. Mais certaines LR pourraient servir pour illustrer certaines explications de CASAP. On peut aussi penser que diverses informations recueillies auprès des usagers grâce au calepin électronique pourraient être utilisées pour améliorer CASAP lui-même. On peut aussi envisager que certaines LR pourraient servir à enrichir la base de cas de CASAP lorsqu'elle sera disponible. Enfin, certaines LR pourraient servir à améliorer les procédures suivies par les membres du COA et éventuellement la doctrine.

Une ontologie du domaine de CASAP pourrait être utilisée pour la classification des connaissances nécessaires pour les explications terminologiques ainsi que comme média de support aux tâches d'indexation et de recherche d'information de natures diverses : documents, leçons retenues et cas. Cette ontologie pourrait donc être utilisée par plusieurs des sous-systèmes développés dans le prolongement de la version actuelle de CASAP.

Afin de concilier toutes les fonctionnalités décrites précédemment dans CASAP, nous avons présenté une vision globale et conceptuelle de l'architecture d'un CASAP enrichi ainsi qu'un modèle général d'un système de gestion de leçons retenues.

Comme nous venons de le voir, nous avons abordé dans ce document un certain nombre de sujets qui nous semblent offrir des voies prometteuses en termes de recherche et développement. Il nous semble que certains projets sont assez avancés pour être réalisés à court terme :

- Intégration d'explications dans CASAP ;

- Intégration d'un système de gestion d'un calepin électronique dans CASAP ;
- Création d'un système de gestion de l'ontologie ;
- Création d'un noyau de l'ontologie servant à répertorier les explications terminologiques.

D'autres projets demanderaient encore un certain effort d'analyse, mais pourraient conduire à une réalisation dans un avenir proche :

- Création d'un système de gestion de leçons retenues ;
- Mise au point d'une ontologie du domaine de CASAP pour des fins d'indexation ;
- Enrichissement de la démarche de conception d'explications ;
- Utilisation de CASAP pour recueillir des connaissances pratiques.

Enfin, la mise en place d'un système de gestion de cas demanderait une analyse plus poussée et pourrait conduire à une réalisation à moyen terme.

Références

1. Bélanger, M., Guitouni, A., Hunter, C. (2000). CoA Advisory System based on the multiple criteria decision analysis. (DREV TN 2000-012). Defence Research Establishment Valcartier.
2. Bélanger, M., Guitouni, A. (2000). A Decision Support for CoA Selection. Dans *Proceedings of the 5th International Command and Control Research and Technology Symposium*. Canberra, Australia. DSTO & CCRP. (Online) <http://www.dodccrp.org/2000ICCRTS/cd/papers/Track5/049.pdf> (avril 2001)
3. Abi-Zeid, I., Bélanger, M., Guitouni, A., Martel, J.-M. (1998). The criteria for an advisor tool in Canadian airspace violations situations. Dans *Proceedings of the Command and Control Research and Technology Symposium*, 731-739. Naval Postgraduate School, Monterey, California.
4. Guitouni, A., Martel, J.-M., Bélanger, M. (1999). A multiple criteria aggregation procedure for the evaluation of courses of action in the context of the Canadian Airspace Protection. (DREV TR 1999-215). Defence Research Establishment Valcartier.
5. Ye, L. R., Johnson, P. E. (1995). The impact of explanation facilities on user acceptance of expert systems advice, *MIS Quarterly*, Vol. 19, No. 2.
6. Swartout, W.R. and Moore, J. (1993). Explanation in Second Generation Expert Systems. In *Second Generation Expert systems*. 543-585. Springer Verlag.
7. Irandoust, H., Moulin, B., Bélanger, M. (2000). Proposition d'une démarche pour l'intégration d'explications dans un système d'aide à la décision, (RDDC Valcartier TR-2002-227), Defence R&D Canada –Valcartier.
8. Kolodner J. (1993). *Case-Based Reasoning*. Morgan Kaufmann.
9. (2000) ai-cbr. (Online) The Haley Entreprise. <http://www.ai-cbr.org/> (April 2001).
10. (2000) Research Projects. (Online) <http://www.ai-cbr.org/projects.html> (April 2001).
11. Lessons Learned Links, (Online) <http://www.aic.nrl.navy.mil/~aha/lessons> (April 2001).
12. Weber, R., Aha, D. W., and Becerra-Fernandez, I. (2000). Categorizing Intelligent Lessons Learned Systems. Dans *Proceedings of the Intelligent Lessons Learned Systems, A Workshop at AAAI 2000*, 63-67. Austin (Tx): American Association of Artificial Intelligence (AAAI).
13. Secchi, P., Ciaschi, R., and Spence, D. (1999). A concept for ESA lessons learned system. Dans *Proceedings of Alerts and Lessons Learned: An Effective Way to Prevent Failures and Problems*, Noordwijk, the Netherlands, ESTEC.

14. Proceedings of the Society for Effective Lessons Learned Sharing Spring Meeting. (Online) www.tis.eh.doe.gov/ll/sells/proceedings399.html. (avril 2001).
15. Project RECALL: Reusable Experience with Case-Based Reasoning for Automating Lessons Learned. (Online) <http://hope.gsfc.nasa.gov/RECALL/homepg/recall.htm> (avril 2001)
16. Boury-Brisset, A.-C. (2001). ONTOSAR: An environment for intelligent document generation and reuse. Dans *Proceedings of the 2001 International Conference on Artificial Intelligence (IC-AI'2001)*, Las Vegas.
17. Jacobson I., Booch G., Rumbaugh J. (1999). *The Unified Software Development Process*. Addison Wesley, Reading, Massachusetts.
18. Jacobson, I., Christerson, M. , Jonsson, P. ,Övvergaard, G. (1992). *Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach*. Addison-Wesley.

Liste symboles/abrév./acronymes/sigles

1CAD/CANR	1 Canadian Air Division/Canadian NORAD Region
1DAC/RCNORAD	1 ^{re} Division aérienne du Canada et de la région canadienne de NORAD
AOC	Air Operations Centre
ATOs	Air Tasking Orders
C&C	Commandement et Contrôle
CASAP	Commander's Advisory System for Airspace Protection
CoA	Course of Action
COA	Centre des opérations aériennes
DND	Ministère de la Défense Nationale
DRDC Valcartier	Defence R&D Canada –Valcartier
ITOs	Immediate Tasking Orders
LR	Leçon retenue
RDDC Valcartier	R & D pour la défense Canada – Valcartier
SA	Suite d'action

Intentionnellement en blanc.

**LISTE DE DITRIBUTION INTERNE
DRDC Valcartier TM 2004-223**

- 1 - Directeur Général
- 3 - Bibliothèque des documents
- 1 - Chef de section Systèmes d'aides à la décision
- 1 - Chef de section – Gestion de l'information et de la connaissance
- 1 - Chef de section – Système de systèmes
- 1 - Mme M. Bélanger (auteure)
- 1 - Dr H. Irandoust (auteure)
- 1 - M. J. Berger
- 1 - Dr A. Boukhtouta
- 1 - Dr A.-C. Boury-Brisset
- 1 - Dr R. Breton
- 1 - Maj. B. Deschênes
- 1 - Dr A. Guitouni
- 1 - M. N. Pageau
- 1 - M. A. Sahi
- 1 - Dr P. Valin.

LISTE DE DISTRIBUTION EXTERNE
DRDC Valcartier TM 2004-223

- 1 – DRDKIM (fichier PDF)
- 1 - RDDC
- 2 - Département d'informatique
 - Dr Bernard Moulin (auteur)
 - Pavillon Adrien Pouliot
 - Université Laval Québec, Canada, G1K 7P4
- 1 - 13dm Thrust Leader
- 1 - DSTA 3
- 2 - RDDC Toronto
 - Dr Joe Baranski
 - Dr David Smith
- 1 - Air Command Headquarters
 - Westwin MB R3J 0T0
 - Charles Hunter
 - DCOS Ops Research

FICHE DE CONTRÔLE DU DOCUMENT

1. PROVENANCE (le nom et l'adresse) DRDC Valcartier 2459, boul. Pie-XI nord Québec (Québec) G3J 1X5 CANADA		2. COTE DE SÉCURITÉ (y compris les notices d'avertissement, s'il y a lieu) Sans classification	
3. TITRE (Indiquer la cote de sécurité au moyen de l'abréviation (S, C, R ou U) mise entre parenthèses, immédiatement après le titre.) Proposition d'une architecture enrichie pour CASAP			
4. AUTEURS (Nom de famille, prénom et initiales. Indiquer les grades militaires, ex.: Bleau, Maj. Louis E.) Moulin, B., Bélanger, M., Irandoust, H.			
5. DATE DE PUBLICATION DU DOCUMENT (mois et année) 2006		6a. NOMBRE DE PAGES 33	6b. NOMBRE DE REFERENCES 18
7. DESCRIPTION DU DOCUMENT (La catégorie du document, par exemple rapport, note technique ou memorandum. Indiquer les dates lorsque le rapport couvre une période définie.) Mémoire technique			
8. PARRAIN (le nom et l'adresse)			
9a. NUMÉRO DU PROJET OU DE LA SUBVENTION (Spécifier si c'est un projet ou une subvention) 13dm		9b. NUMÉRO DE CONTRAT	
10a. NUMÉRO DU DOCUMENT DE L'ORGANISME EXPÉDITEUR TM 2004-223		10b. AUTRES NUMÉROS DU DOCUMENT N/A	
11. ACCÈS AU DOCUMENT (Toutes les restrictions concernant une diffusion plus ample du document, autres que celles inhérentes à la cote de sécurité.) <input checked="" type="checkbox"/> Diffusion illimitée <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux entrepreneurs des pays suivants (spécifier) <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux entrepreneurs canadiens (avec une justification) <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux organismes gouvernementaux (avec une justification) <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux ministères de la Défense <input type="checkbox"/> Autres			
12. ANNONCE DU DOCUMENT (Toutes les restrictions à l'annonce bibliographique de ce document. Cela correspond, en principe, aux données d'accès au document (11). Lorsqu'une diffusion supplémentaire (à d'autres organismes que ceux précisés à la case 11) est possible, on pourra élargir le cercle de diffusion de l'annonce.)			

SANS CLASSIFICATION

COTE DE LA SÉCURITÉ DE LA FORMULE
(plus haut niveau du titre, du résumé ou des mots-clefs)

13. SOMMAIRE (Un résumé clair et concis du document. Les renseignements peuvent aussi figurer ailleurs dans le document. Il est souhaitable que le sommaire des documents classifiés soit non classifié. Il faut inscrire au commencement de chaque paragraphe du sommaire la cote de sécurité applicable aux renseignements qui s'y trouvent, à moins que le document lui-même soit non classifié. Se servir des lettres suivantes: (S), (C), (R) ou (U). Il n'est pas nécessaire de fournir ici des sommaires dans les deux langues officielles à moins que le document soit bilingue.)

Defence R&D Canada –Valcartier (DRDC Valcartier) centre initiated a research activity aimed at investigating and developing advanced technologies, approaches and concepts to provide the 1 Canadian Air Division/Canadian NORAD Region (1CAD/CANR) Air Operations Centre (AOC) Commander and his senior staff with advisory tools for the planning, management and employment of air defence resources and capabilities. An advisory tool was designed to assist the AOC staff manage events and their related Courses of Action (CoAs), as well as prioritise these CoAs according to different evaluation criteria. This command and control tool, called Commander's Advisory System for Airspace Protection (CASAP), was foremost developed to deal with events of counter-drug operations: to intercept drug smugglers violating the Canadian airspace, in co-ordination with different services and parties.

This document contains suggestions for enriching the architecture of CASAP with explanations, a case base, a lessons learned management module and an ontology that would support these components.

Le centre R & D pour la défense Canada – Valcartier (RDDC Valcartier) a entrepris une activité de recherche visant le développement d'approches, de concepts, ainsi que de technologies avancées appropriés pour des systèmes conseillers au commandant et au personnel du Centre des Opérations Aériennes (COA) de la 1re Division aérienne du Canada et de la région canadienne de NORAD (1DAC/RCNORAD). Ces systèmes visent à apporter une aide au décideur dans les processus de planification, de gestion et d'utilisation des ressources et des capacités des forces aériennes. Dans le cadre de cette activité, les chercheurs du RDDC Valcartier ont mis au point un prototype d'outil conseiller (d'aide à la décision) permettant de soutenir le personnel du centre des opérations aériennes à gérer des événements et leurs suites d'actions, ainsi qu'à ranger ces dernières par ordre de priorité. Cet outil de commandement et contrôle, appelé "Commander's Advisory System for Airspace Protection (CASAP)", a été mis au point spécifiquement pour traiter des événements lors d'opérations anti-drogue : pour l'interception de trafiquants de drogue violant l'espace aérien canadien, et ce en coordination avec divers services.

Ce document contient des suggestions pour l'enrichissement de l'architecture de CASAP avec des explications, une base de cas, un module de gestion de leçons retenues et une ontologie qui supporterait ces fonctionnalités.

14. MOTS-CLÉS, DESCRIPTEURS OU RENSEIGNEMENTS SPÉCIAUX (Expressions ou mots significatifs du point de vue technique, qui caractérisent un document et peuvent aider à le cataloguer. Il faut choisir des termes qui n'exigent pas de cote de sécurité. Des renseignements tels que le modèle de l'équipement, la marque de fabrique, le nom de code du projet militaire, la situation géographique, peuvent servir de mots-clés. Si possible, on doit choisir des mots-clés d'un thésaurus, par exemple le "Thesaurus of Engineering and Scientific Terms (TESTS)". Nommer ce thésaurus. Si l'on ne peut pas trouver de termes non classifiés, il faut indiquer la classification de chaque terme comme on le fait avec le titre.)

Système d'aide à la décision

Leçons retenues

Ontologie

Production automatique d'explications

Aide à la décision multicritères

Procédure d'agrégation multicritères

SANS CLASSIFICATION

COTE DE SÉCURITÉ DE LA FORMULE
(plus haut niveau du titre, du résumé ou des mots-clefs)

Defence R&D Canada

Canada's Leader in Defence
and National Security
Science and Technology

R & D pour la défense Canada

Chef de file au Canada en matière
de science et de technologie pour
la défense et la sécurité nationale



WWW.drdc-rddc.gc.ca

