

Approche orientée but pour le développement de systèmes à base de services

Rim Samia Kaabi

CRI, 90, rue de Tolbiac, 75013, Paris, France. 33- 1 44 07 86 04

rim-samia.kaabi@malix.univ-paris1.fr

Naoufel Kraiem

Riadi-GDL ENSI, 2035 Manouba, Tunis, Tunisie

naoufel.kraiem@ensi.rnu.tn

Colette Rolland

CRI, 90, rue de Tolbiac, 75013, Paris, France, 33- 1 44 07 86 04 rolland@univ-paris1.fr

De nombreuses collaborations inter organisationnelles exploitent aujourd'hui l'opportunité offerte par les nouvelles technologies de l'Internet pour développer des services par composition à partir d'autres services déjà existants. Les services composites ainsi obtenus peuvent à leur tour, entrer dans d'autres compositions. Cependant, le développement de tels services composites est 'ad hoc' et pose des problèmes d'identification, de composition et d'orchestration. Dans cet article, nous proposons une approche orientée but qui permet d'explicitier le besoin de différentes organisations d'un service composite à forte valeur ajoutée et de modéliser le processus coopératif supportant ce service. Le modèle orienté but appelé modèle de la *Carte* est utilisé pour l'identification, la distribution et l'orchestration de services. L'article présente l'approche et l'illustre par un cas de service coopératif de E-Pension.

web service, processus coopératif, approche orientée but, composition de services, orchestration de services

The connectivity generated by the Internet is opening opportunities of services composition. As a consequence, organisations are forming online alliances in order to deliver integrated value-added services. However, due to the lack of methodologies and tools, the development of such composite service across organisations is usually ad-hoc and poses problems especially in the identification, composition and orchestration issues. In this paper, we propose a *goal driven approach* to understand the needs of different organisations for a new added-value composite service and to model the cooperative process supporting this service provision in a declarative, goal driven manner. The goal model called *Map*, is then used for service identification, distribution and orchestration. The paper presents the approach and illustrates it with an E-Pension cooperative service.

web service, cooperative process, goal driven approach, service composition, service orchestration

1. Introduction

La nouvelle génération des technologies d'information et de communication a contribué à l'émergence de nouveaux paradigmes de management tels que l'entreprise virtuelle (Mecella et al., 2001) (Mecella et al., 2002) (Colombo et al. 2003) : différentes organisations s'associent pour offrir des produits et des services plus complexes, à forte valeur ajoutée, facilement accessibles par Internet. Ce nouveau paradigme trouve son application dans de nombreux domaines de l'industrie et du commerce.

Le support à la mise en œuvre de ces nouveaux paradigmes est apporté par des Systèmes d'Information Coopératifs. Ces systèmes se fondent sur une approche de coordination des processus entre organisations (inter-organisations) qui est obtenue en partageant, composant et coordonnant des services publiés sur l'Internet. Ces services sont des e-Services ou Web Services (Mecella et al., 2002) « exportés » des différentes organisations et permettant aux utilisateurs et aux applications d'accéder et d'exécuter des tâches offertes par les applications du back office. Un système d'information coopératif comporte différentes applications distribuées qui intègrent les e-Services offerts par différentes organisations.

Le paradigme est séduisant. Néanmoins, la pierre angulaire de cette nouvelle technologie est la possibilité d'agencer entre eux des services pour fournir des services plus complexes à forte valeur ajoutée.

Cet agencement ou composition pose deux problèmes différents. Le premier est de pouvoir élucider les services composites et d'identifier les web services qui vont participer à la composition. Ce problème est guidé par les besoins des organisations partenaires et les exigences que ces besoins imposent au système d'information coopératif. Le second problème est relatif à la synchronisation et la coordination des services composites comme le souligne Mecella et al. (2002). Dans le premier cas, on parle de composition et d'orchestration dans le second.

Des travaux de recherche actuels ou récents traitent le deuxième problème. Par exemple, Casati et Shan (2001) appellent méta e-service, un e-service qui coordonne d'autres e-services est appelé un et le considèrent comme un e-service composite pouvant être invoqué par des demandeurs de services. Fauvet et al. (2001) modélisent un e-service par des diagrammes d'états où chaque état est associé à un service et à l'ensemble des paramètres nécessaires à son exécution. Pour Mecella et al. (2002), l'orchestration des e-services est modélisée par des réseaux de Petri. Finalement, d'après Shegalov (2001), la coordination des e-services est assurée par un moteur d'exécution qui interprète les modèles de processus définis par des diagrammes d'états.

Le premier problème a reçu moins d'attention de la part des chercheurs. Toutefois, Aiello et al. (2002) proposent une approche de composition basée sur un ensemble de contraintes à satisfaire. McIlraith et Son (2001), le problème de la composition est résolu en représentant la composition par un arbre dont les nœuds représentent un e-service programmé dans un langage spécifique CONGOLOG. Quartel et al. (2004) utilisent une approche basée sur le langage ISDL pour modéliser la composition des services à un haut niveau d'abstraction. Enfin, Berardi et al. (2004) proposent une manière de composer automatiquement les services en se basant sur un ensemble d'automates exprimés à l'aide de formules écrites avec le langage PDLgm.

Malgré ces efforts, une approche méthodologique pour découvrir et élucider les besoins des organisations partenaires, pour identifier, distribuer et orchestrer les services fait défaut. Ainsi, l'objectif de cet article est de contribuer à combler ce manque.

Nous proposons dans cet article de définir une approche méthodologique qui permet d'explicitier le besoin de différentes organisations d'un service composite à forte valeur ajoutée et de modéliser le processus coopératif supportant ce service. Le modèle des besoins, orienté but et appelé modèle de la Carte, sert de support à l'identification, la distribution et l'orchestration des services, facilitant ainsi le passage à une application distribuée exécutable.

Dans cet article, l'approche proposée est illustrée par E-Pension, une application coopérative de E-gouvernement inspirée des travaux de Mecella et al. (2001) et de Batini (2001). L'article est organisé comme suit. La section 2 présente un survol de l'approche. La section 3 est consacrée à la modélisation du processus coopératif que nous illustrons par le cas E-Pension. Nous montrons en section 4, comment le modèle du processus coopératif, la carte E-Pension, sert à l'identification des services composites, à leur modélisation et à leur développement. Nous illustrons ce dernier point en utilisant Microsoft BizTalk Server 2004. La section 5 traite l'orchestration des services composites formant le processus coopératif. Nous concluons en section 6.

2. Survol de la méthode

L'approche proposée met l'accent sur l'élucidation et l'expression des besoins impliqués par la coopération inter organisations au sein de l'entreprise virtuelle. La démarche est dirigée par l'identification des buts à atteindre collectivement et des stratégies ou manières de le faire. Pour assurer la plus grande flexibilité possible au processus coopératif, l'approche aide les acteurs à identifier de multiples façons d'atteindre l'objectif global du processus. Elle s'appuie pour cela sur un méta modèle de représentation de processus, le méta modèle de la Carte qui est multidémarches, c'est-à-dire qu'il permet de représenter dans un même modèle de processus plusieurs chemins pour aller du point de départ au point de terminaison. Le processus est construit dynamiquement par navigation dans l'ensemble des chemins possibles et en tenant compte des situations rencontrées.

Le modèle du processus coopératif inter organisations sert de support à la recherche de la solution technique par l'identification des services à offrir et la découverte des web services qui les composent. Ils peuvent être construits à partir des systèmes d'information existants dans les différentes organisations et de la modélisation fine de la composition de services.

La démarche est organisée en cinq étapes:

- modéliser le processus coopératif,
- identifier les services composites,
- modéliser les services composites et identifier les web services,
- développer les services composites,
- orchestrer les services composites.

La première étape vise à comprendre et spécifier les besoins des organisations partenaires et les exigences que ces besoins imposent au système d'information coopératif. Pour ce faire, nous utilisons le méta modèle de la Carte qui permet de représenter le processus coopératif en termes de buts à atteindre et de stratégies pour les atteindre. La carte est le moyen de représentation des besoins de la communauté des parties prenantes et sert de support de l'évaluation du bien fondé du processus coopératif. Elle est présentée sous la forme d'un graphe orienté où les intentions sont symbolisées par les nœuds et les stratégies par les arcs. La seconde étape du processus méthodologique vise à identifier les services composites à partir des besoins du métier exprimés dans une carte. Cette étape s'appuie sur le couplage direct que l'on peut établir entre les besoins des utilisateurs modélisés dans la carte et les exigences de service qu'ils imposent. La troisième étape sert à modéliser les services composites. L'approche préconise une approche centrée sur les interactions entre acteurs et s'appuie sur des motifs génériques de coopération. Les motifs simplifient la tâche de modélisation et évitent les erreurs puisque la pertinence et la correction des motifs sont prouvées. La modélisation fine des interactions permet d'identifier les fonctionnalités récupérables dans les systèmes d'information existants (*legacy*) que l'on suggère de transformer en web services. La quatrième étape a pour objectif de développer les services composites. Dans le cadre de cet article, on illustre cette étape par le développement des

services composites à l'aide de Microsoft BizTalk Server 2004. La dernière étape montre les mécanismes d'orchestration des services composites que nous projetons de mettre en place. La démarche est illustrée par un cas de E-gouvernement, le cas E-Pension. L'objectif est de mettre en place un processus coopératif facilitant les tâches du citoyen qui fait la demande d'une pension pour handicap.

3. Modéliser le processus coopératif

Dans cette section, on montre comment les besoins de travail coopératif sont modélisés dans un graphe labellé et dirigé, composé d'intentions et de stratégies. Ce graphe est appelé Carte. On présente le modèle de la Carte et on illustre son usage dans le cas E-Pension.

3.1 Le modèle de la Carte

Le modèle de la Carte est décrit dans les détails par Rolland *et al.* (2000). On se limite à en introduire les concepts-clés dans cette section.

Le modèle de la Carte (Map) est un système de représentation intentionnelle. Il repose sur un ordonnancement déclaratif et flexible d'intentions et de stratégies. La figure 1 présente le méta modèle de la Carte, ses concepts clés et leurs relations en utilisant la notation UML. La figure 2 montre un exemple de carte.

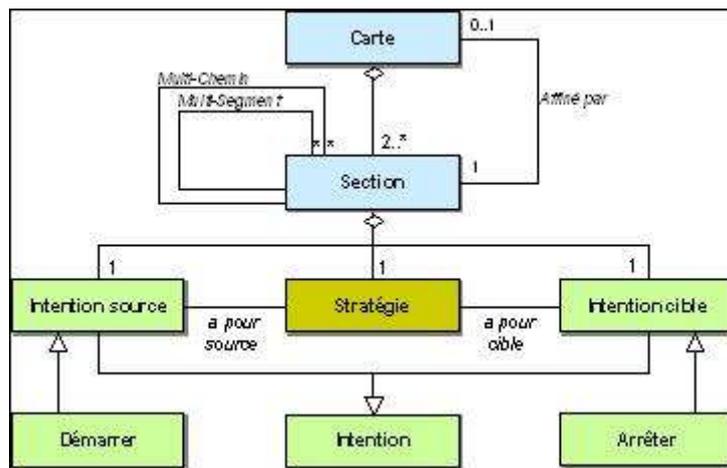


Figure 1. de la

Méta-modèle Carte

Le modèle de la Carte (figure 1) montre qu'une carte est composée de sections. Une section est une agrégation de deux types d'intention, une intention source et une intention cible, et d'une stratégie. Chaque section correspond à une stratégie qui peut être utilisée pour réaliser une intention cible, une fois que l'intention source a été atteinte. La carte est représentée par un graphe orienté et étiqueté. Les intentions sont les nœuds et les stratégies en sont les arcs. La nature orientée de la carte traduit le flux de l'intention source à l'intention cible via la stratégie. Une section est ainsi représentée par deux nœuds reliés par une flèche. Dans l'exemple de la figure 2, la carte comporte 5 intentions, 7 stratégies et 7 sections.

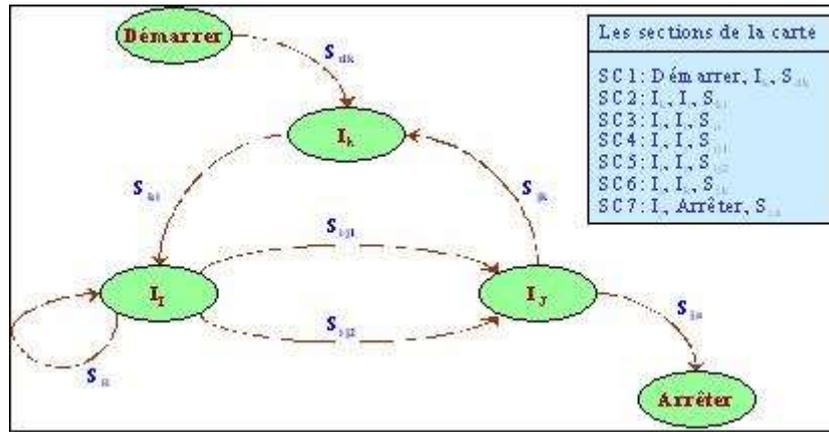


Figure 2. Exemple de représentation d'une Carte

Une intention est un objectif que l'on peut atteindre par l'exécution d'un ou plusieurs processus. Nous ajoutons que chaque carte possède deux buts particuliers, Démarrer et Arrêter, pour commencer et terminer l'exécution de la carte. Une stratégie est une approche, une manière ou un moyen pour réaliser une intention. Une section est un triplet composé d'un but source, d'un but cible et d'une stratégie. Une section exprime la réalisation du but cible en utilisant la stratégie une fois que le but source a été réalisé.

Comme le montre la figure 2, les sections sont reliées par des relations de deux types : multi-segment et multi-chemin. La topologie est appelée multi-segment lorsqu'il est possible, dans une carte, de réaliser un but cible à partir d'un but source en utilisant plusieurs manières. Chacune de ces manières est exprimée comme une section dans la carte. La topologie est multi-chemin dans le cas où un but est réalisable, dans une carte, en utilisant différentes combinaisons de sections. En d'autres termes, un but donné peut être réalisé en suivant plusieurs chemins dans le graphe.

3.2 Exemple de E-Pension

Cet exemple, désigné E-Pension, est extrait de (Batini, 2001) et représente une version simplifiée du processus qui a comme but global «Aider les personnes handicapées à obtenir une pension».

Dans l'état actuel, un citoyen présentant un handicap peut demander une pension du gouvernement. Afin de commencer le processus, la personne a besoin d'une attestation de domiciliation fournie par la mairie de son arrondissement puis elle remplit un formulaire de demande de pension. Ces documents sont présentés ensuite au *Local Health Authority* (LHA, entité médicale) qui, après avoir négocié un rendez-vous avec le citoyen, l'examine et prépare un rapport formulant une pré-décision. Le rapport est ensuite envoyé à la préfecture qui prend la décision finale. Le citoyen doit entre-temps communiquer à la préfecture sa demande de pension et reçoit un accusé de réception. Dans le cas où la demande de pension est acceptée, la préfecture prépare tous les documents nécessaires à l'établissement du dossier de paiement de la pension et les transmet ensuite au citoyen qui, à son tour, peut alors percevoir sa pension chaque mois.

La description précédente a été abrégée mais elle montre cependant que le processus est long et compliqué, surtout pour des personnes handicapées. On observe qu'un temps considérable est dépensé à transmettre des documents d'une administration à une autre. En outre, il incombe au citoyen de suivre son dossier.

La solution que nous proposons dans cet article est celle d'une application coopérative dans le contexte de l'organisation virtuelle formée du LHA, de la préfecture et de la mairie, afin de permettre la réalisation du but « fournir une aide aux personnes handicapées » dans des conditions plus aisées. Nous appelons cette organisation virtuelle E-Pension.

3.3 La Carte E-Pension

La Carte de la figure 3 montre le processus coopératif de l'organisation virtuelle E-Pension. Au sein du processus coopératif, les organisations impliquées, le LHA, la préfecture et la Mairie, coopèrent les unes avec les autres afin de «fournir une aide aux personnes handicapées».

La carte E-Pension identifie l'ensemble des intentions qui doivent ou peuvent être accomplies afin d'aider les personnes handicapées à obtenir une pension et l'ensemble des stratégies qui définissent la manière d'accomplir ces intentions. Comme le montre la figure 3, le processus s'organise autour de deux intentions principales :

- *Formuler la demande* pour formuler la requête de demande d'une pension,
- *Statuer sur la demande* afin de prendre une décision relative à la demande de pension en question en choisissant la manière de la réaliser.

La Carte comporte plusieurs stratégies pour atteindre ces deux intentions. Il existe ainsi, plusieurs manières de réaliser l'intention *Formuler une demande* : (1) *Par authentification du citoyen*, (2) *Par capture d'informations*, (3) *Par attestation de domiciliation* et (4) *Par attribution d'un rendez-vous médical*. L'organisation virtuelle E-Pension voudrait sécuriser l'accès aux données personnelles des citoyens. La stratégie *Par authentification du citoyen* a été introduite dans cette perspective. Les informations personnelles constituant la requête du citoyen sont capturées en utilisant la stratégie *Par capture d'informations*. Afin de s'assurer que l'ensemble des citoyens demandeurs de pension sont bien des habitants de la ville, la stratégie *Par attestation de domiciliation* est mise en place avec l'idée de faciliter l'obtention de l'attestation par le citoyen. L'examen assuré par le LHA reste nécessaire et la stratégie *Par attribution d'un rendez-vous médical* a été introduite pour permettre au citoyen d'obtenir un rendez-vous aisément.

La carte E-Pension montre aussi qu'il existe plusieurs stratégies permettant de satisfaire la seconde intention *Statuer sur la demande*. En effet, il est possible de la réaliser à partir de l'intention source *Formuler une demande* en utilisant deux segments possibles : *Passer un examen médical* et *Passer un examen médical certifié*. Ces stratégies offrent le choix au citoyen : il/elle peut choisir de passer l'examen médical soit au LHA soit chez un médecin assermenté par l'organisation E-Pension. Le contrôle du processus ainsi que la prise de la décision finale relative à une demande spécifique sont des tâches déléguées à la préfecture ; le contrôle du processus comprend l'envoi des messages de relance si nécessaire, dans le cas où le dossier d'un citoyen est incomplet. Ces tâches sont réalisées via la stratégie *Par contrôle de la préfecture* qui garantit que le monitoring du processus n'est plus assuré par le citoyen mais bien par l'organisation virtuelle. La pré-décision est prise par le LHA via la stratégie *Par pré-décision du LHA* mais la décision finale incombe à la préfecture par application de la stratégie *Par décision de la préfecture*. Enfin, d'après la carte E-Pension il existe un multi-segment entre l'intention source *Statuer sur la demande* et l'intention cible *Arrêter* qui repose sur trois stratégies. La stratégie *Par transfert au service de traitement des pensions* arrête le processus dans le cas où une décision positive est prise par la préfecture et dans ce cas le dossier du citoyen est transféré au service payeur. La stratégie *Par rejet de la demande* est appliquée lorsque la décision est négative. A chaque instant, le citoyen peut arrêter le processus en retirant sa demande de pension en appelant la stratégie *Par désistement du citoyen*.

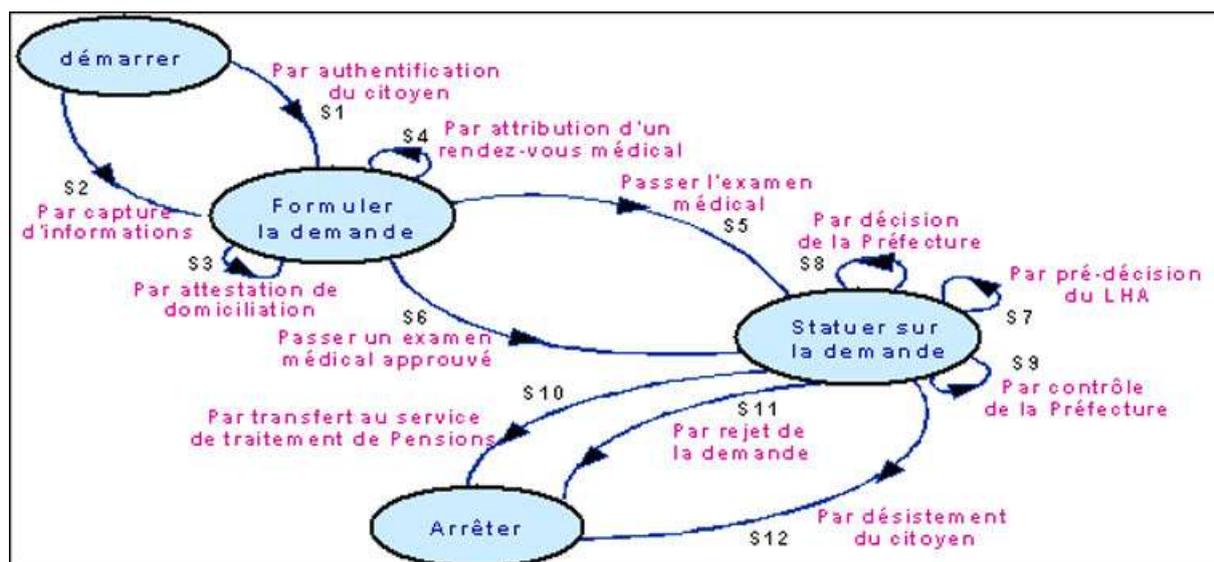


Figure 3. La Carte E-Pension

4. Identifier, modéliser et implémenter les services composites

Dans cette section, nous présentons la démarche qui permet d'identifier les services composites, de les modéliser pour ensuite les développer. Nous illustrons avec le cas E-Pension, les trois étapes à savoir :

- identifier les services composites,
- modéliser les services composites,
- développer les services composites.

Le développement des services est illustré en utilisant la plate-forme de développement Microsoft BizTalk 2004.

4.1 Identifier les services composites

La carte E-Pension est construite dans une perspective métier qui met l'accent sur le processus coopératif de l'organisation virtuelle afin de réaliser le but global «*Aider les personnes handicapées à obtenir une pension*». Toutefois, l'une des caractéristiques du modèle de la Carte est l'exploitation des connaissances du métier pour définir les exigences du système. En effet, la vue métier et la vue système ne s'opposent pas mais au contraire doivent être alignées pour que le système d'information soit en concordance avec les besoins de ses futurs utilisateurs. Le modèle de la Carte a été pensé pour qu'une carte puisse être une expression des besoins du monde organisationnel et en même temps, définisse les exigences de service du système d'information. Une carte a donc une double facette : elle est une expression du métier, de ses buts et des stratégies pour les atteindre mais elle détermine en conséquence, les services du système qui sont aptes à supporter la réalisation de ces buts et stratégies. Afin d'établir un couplage direct entre les fonctionnalités exigées du système et les besoins du métier, nous proposons d'associer à chaque section de la carte un service du système.

En appliquant ce couplage aux sections de la carte E-Pension, nous identifions douze services logiciels. Chacun de ces services correspond à une section de la carte E-Pension. Nous les présentons brièvement dans le tableau 1 en se limitant aux sections qui contribuent à la réalisation de l'intention *Formuler une demande* de la carte E-Pension.

Code	Service	Description du service
S1	Service d'authentification	Ce service fournit au citoyen un formulaire Web lui permettant d'adhérer à l'application E-Pension.
S2	Service de capture de données	Ce service fournit un ensemble de formulaires Web pour capturer les données nécessaires à l'établissement du dossier du citoyen. Les données sont le nom, la date de naissance et la nature de l'handicap du citoyen demandant une aide.
S3	Service d'attestation de domiciliation	Ce service gère l'obtention de l'attestation de domiciliation du citoyen et sa mise à disposition dans le dossier.
S4	Service d'allocation de rendez-vous médicaux	Ce service est complexe dans la mesure où il représente le processus de prise de rendez vous pour l'examen médical du citoyen. Le processus démarre à l'initiative du système d'information coopératif qui propose un rendez-vous au citoyen, lequel peut refuser etc. Le processus coopératif informe le LHA du rendez-vous lorsqu'il a été agréé par le citoyen.

Tableau 1. Les services sous-jacents aux sections S1 jusqu'à S4 de la carte E-Pension

4.2 Modéliser les services composites

Cette étape de la démarche méthodologique a pour objectif de modéliser les services composites formant l'application coopérative de façon à :

- identifier les E-services réutilisables, c'est à dire identifier les parties des systèmes d'information de chaque organisation pouvant être encapsulées dans des web services et réutilisées dans l'application coopérative en cours de développement ;
- décrire l'appel aux e-services dans les interactions coopératives qui les requièrent.

Pour ce faire, les étapes préconisées sont (1) le choix du mode de coopération, (2) l'application du motif de coopération et (3) la construction du diagramme de séquences afin de modéliser les services composites comme des interactions coopératives appelant les web services réutilisables. On développe chacune des étapes en les illustrant dans le cas E-Pension.

4.2.1 Choix d'un mode de coopération

Plusieurs modes de coopération entre organisations ont été identifiés par Kolp *et al.* (2001) et Do *et al.* (2003). Par exemple, on identifie 5 modes décrits dans 5 motifs. Nous pensons qu'il est important que les organisations qui coopèrent au sein d'une entreprise virtuelle se concertent sur le mode de coopération à mettre en place et l'explicitent. Ce choix influence la manière dont les interactions coopératives se dérouleront et par conséquent, influence la manière de modéliser les interactions.

Notre proposition est d'utiliser les motifs de Kolp *et al.* (2001) à la fois pour aider les organisations à déterminer leur mode de coopération mais aussi pour faciliter la modélisation des interactions coopératives. Nous avons retenu les motifs coopératif et centralisé pour la coopération au sein d'une entreprise virtuelle.

- Le motif coopératif propose une coordination distribuée, fondée sur la communication d'égal à égal (*peer-to-peer*, *P2P*) entre les parties prenantes. Ce mode est recommandé pour la coopération entre organisations dont les relations sont établies avec un bon niveau de confiance. Les interactions directes entre participants sont autorisées mais un acteur particulier, le Coordonnateur, a pour rôle de gérer l'ensemble des données partagées entre les

participants. Il joue le rôle d'intermédiaire puisque toutes les données qui transitent entre les parties prenantes passent par lui.

- Le motif centralisé organise la coordination de manière centralisée et fait appel à un acteur central, le Coordonnateur. Ce mode d'interaction est recommandé lorsque les organisations participantes ont un faible niveau de confiance mutuelle. Les interactions directes entre les parties prenantes ne sont pas autorisées ; toutes se déroulent via le Coordonnateur. Ce dernier a pour rôle, en outre, de gérer les données partagées entre les parties prenantes.

4.2.2 Application du motif d'interaction correspondant

Une fois que le mode de coopération a été déterminé, notre proposition est d'utiliser le motif d'interaction coopérative correspondant pour aider à la modélisation de l'interaction.

Les motifs de Kolp *et al.* (2001) sont des graphes i^* de dépendances entre acteurs (Yu, 1995). Leur intérêt est de mettre clairement en évidence les différents types d'acteurs associés à un mode de coopération donné et leurs dépendances énoncées sous forme de buts. La dépendance exprime qu'un acteur A dépend d'un acteur B pour atteindre un but G. Par exemple, la figure 4 présente le motif d'interaction centralisé qui met en évidence trois acteurs et leurs dépendances :

- le demandeur initie la demande de service,
- le coordonnateur est un acteur système qui contrôle tous les échanges entre partenaires et gère l'ensemble des données partagées ;
- le fournisseur correspond au propriétaire du service.

Le demandeur dépend du coordonnateur pour la demande de service ainsi que pour la demande d'un ensemble de données partagées. Le coordonnateur de son côté dépend du fournisseur pour fournir le service demandé par le demandeur. Il dépend aussi du demandeur pour la décision d'acceptation ou de refus du service demandé. Enfin, le fournisseur dépend du coordonnateur pour la réalisation, l'acceptation ou le refus du service fourni ainsi que pour la demande d'un ensemble de données partagées.

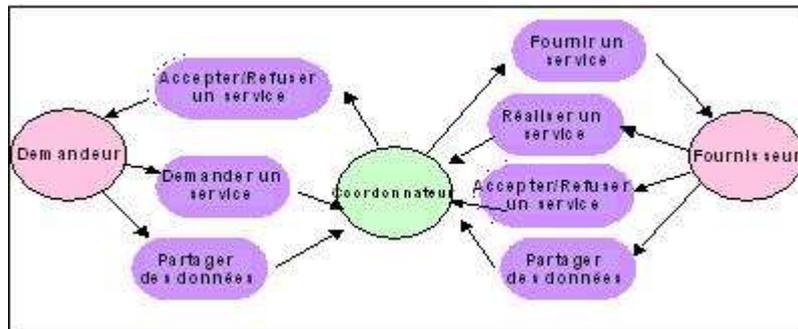


Figure 4. Le motif d'interaction centralisé

La figure 5 montre l'application du motif centralisé au service composite «allocation de rendez-vous médicaux» (section S4 de la carte E-Pension).

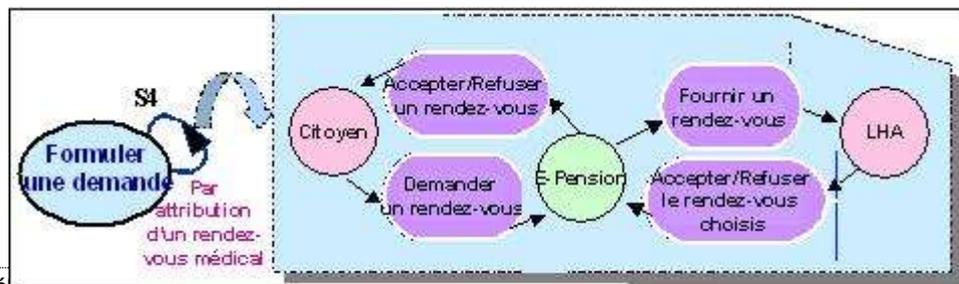


Figure 5. Application du motif centralisé au service S4

La figure 5 met en évidence les trois acteurs du motif centralisé appliqué au service S4. Pour le service «allocation de rendez-vous médicaux», ces acteurs sont :

- le citoyen c'est-à-dire le demandeur du service,
- E-Pension qui correspond au coordonnateur.
- LHA qui représente le fournisseur.

Le citoyen dépend de E-Pension pour la demande d'un rendez-vous médical. L'E-Pension de son côté dépend du LHA pour lui fournir le service demandé par le Citoyen. Il dépend aussi du citoyen pour la décision d'acceptation ou de refus du rendez-vous médical demandé. Enfin, le LHA dépend de E-Pension pour l'acceptation ou le refus du rendez-vous choisi.

4.2.3 Construction du diagramme d'interaction

Le motif de coopération appliqué à chaque section de la carte joue un double rôle: il permet d'identifier les acteurs et il donne une première ébauche de leurs interactions par un graphe i^* (figure 5). Il est nécessaire de détailler la modélisation de chacune des interactions coopératives sous-jacentes à un service (section de la carte), en particulier pour faire ressortir les fonctionnalités des systèmes d'information de chacune des organisations participantes susceptibles de devenir des web services.

Nous avons choisi de le faire en optant pour une approche guidée par les interactions pour identifier dans une communication *qui* demande *quoi*. Le *quoi* sert à élucider les web services candidats. Le *qui* sert à identifier l'appel au web service. La modélisation des interactions s'appuie sur une représentation graphique de la conversation entre les acteurs. Ces schémas caractérisent chaque interaction par les différents acteurs participants, les compétences métiers nécessaires au déroulement de la conversation, la nature des messages échangés et enfin le déroulement temporel de l'interaction. Nous avons utilisé le diagramme de séquences du standard UML (Booch *et al.*, 1998) (Rumbaugh *et al.*, 1998) pour modéliser les interactions entre les acteurs identifiés.

La figure 6 présente le diagramme de séquences du service composite S4 (section S4 de la carte E-Pension). Ce diagramme respecte le motif d'interaction choisi (motif centralisé) ainsi que les acteurs mis en jeu.

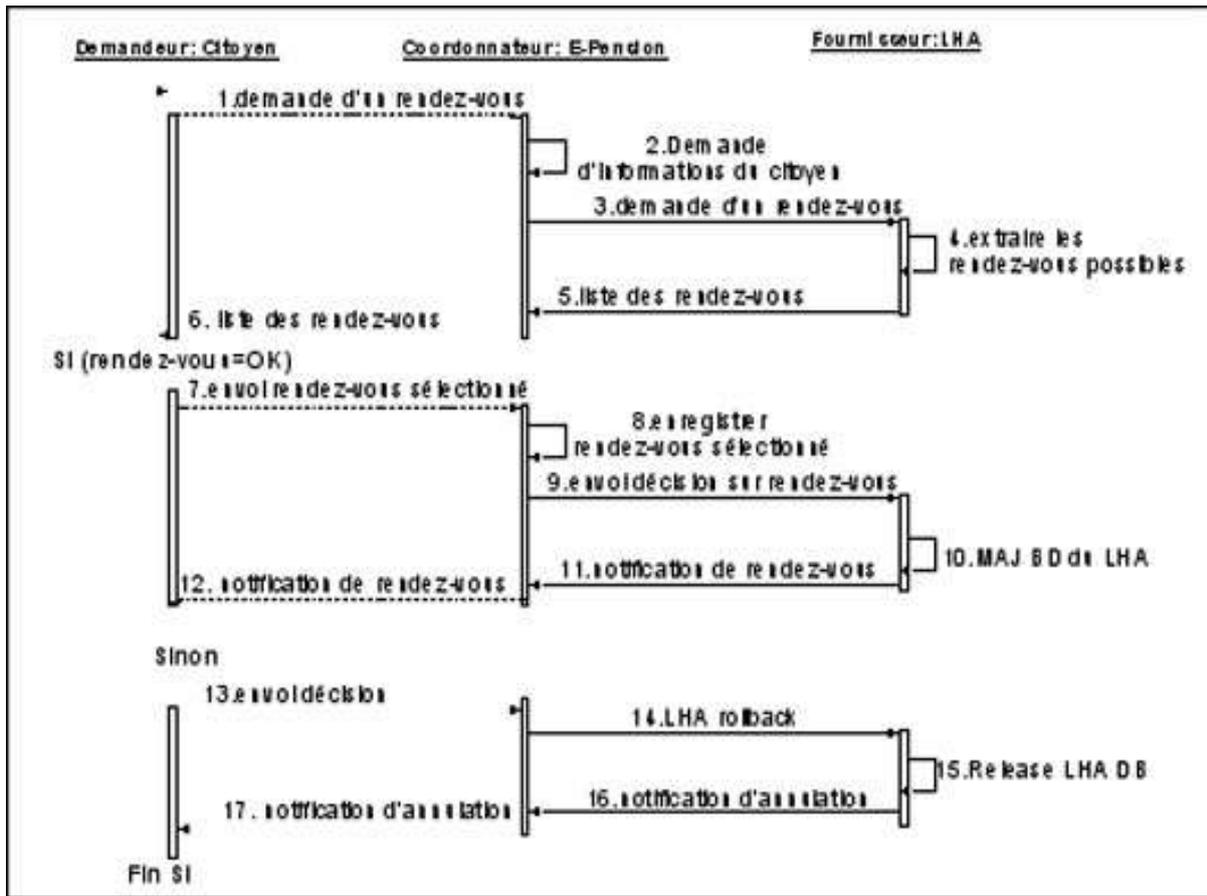


Figure 6. Le diagramme de séquence du service S4

En figure 6, les flèches pleines représentent les web services candidats alors que les flèches en pointillé indiquent les appels aux web services. Parmi les trois web services candidats, le premier est exprimé de la ligne 3 à la ligne 5 et correspond à la demande d'un rendez-vous médical. Il commence par l'envoi d'une demande de rendez-vous médical par le citoyen, « Demande d'un rendez-vous ». La fin de ce web service est marquée par l'envoi d'une liste de rendez-vous médicaux « listes de rendez-vous » au citoyen pour le choix éventuel d'un d'un rendez-vous. Le second web service (ligne 9 à ligne 11) est exécuté après qu'un rendez-vous médical soit choisi par le citoyen. Finalement, le troisième web service est similaire au précédent mais n'est exécuté que dans le cas où aucun rendez-vous ne serait approprié au citoyen (ligne 14 à 16 du diagramme de séquences).

Chacun de ces web services est appelé dans le service S4 et le diagramme de séquences est un moyen qui aide à identifier ces appels. En effet, à titre d'exemple, les lignes 1, 7 et 13 correspondent respectivement aux appels des web services introduits. Chaque appel initie une interaction dont la fin est marquée par une réponse à cet appel et incorpore l'exécution du web service correspondant. Certes, l'appel fait par le citoyen en ligne 1 initie une interaction qui se termine au niveau de la ligne 6 quand le web service d'allocation de rendez-vous médicaux est exécuté.

Les règles ci-dessous permettent d'identifier les web services candidats et leur appel respectif :

- soit S le système coopératif à développer, A un acteur du processus coopératif et U un utilisateur final de l'application ;
- soit I_{coop} une interaction entre S et A ; I_{ext} une interaction entre U et S ; I_{ext} est une interaction entre le système et un utilisateur final ; I_{coop} fournit le support coopératif à I_{ext} ;

- chaque I_{coop} incorporée dans un I_{ext} peut contenir une fonctionnalité réutilisable qui peut être encapsulée dans un web service ; I_{ext} peut contenir l'appel à ce web service.

Le tableau 2 liste l'ensemble des web services de la carte E-Pension identifiés suivant l'approche proposée.

Fournisseur de service	Web services identifiés
LHA	Demande d'un rendez-vous médical Notification d'acceptation Enregistrement des examens physiques externes Pré décision du LHA Réception d'un rappel pour le rapport médical
Mairie	Attestation de domiciliation
Préfecture	Décision de la préfecture Transfert de pensions Réception de la demande d'annulation d'une pension

Tableau 2. Les web services de la carte E-Pension

4.3 Développer les services composites

A ce stade de la démarche, nous avons identifié les services composites formant l'application coopérative et nous les avons modélisé par des diagrammes de séquences. Le but de cette section est d'illustrer leur implémentation.

Notre choix technique consiste à utiliser BizTalk Server 2004 (Roxburgh, 2001) comme plateforme technique. BizTalk simplifie la tâche des développeurs et assure une présentation standardisée des données et des processus. La figure 7 présente l'architecture globale de la solution et la cinématique complète du processus de réalisation du service composite d'allocation de rendez-vous médicaux. Il est dérivé du diagramme de séquences de la figure 6.

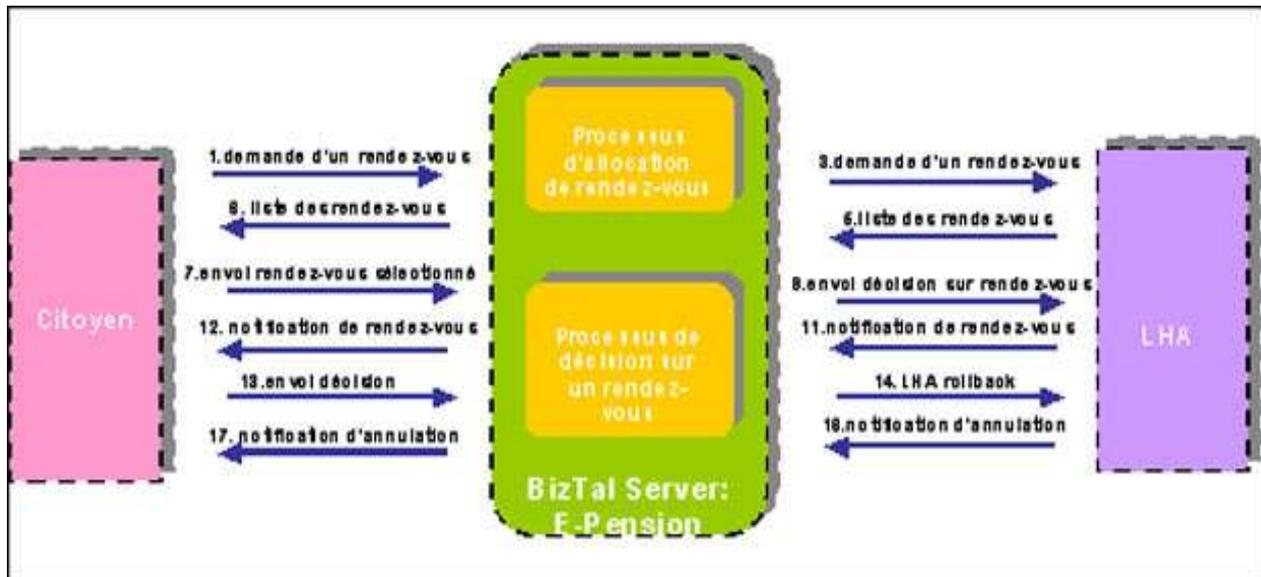


Figure 7. Architecture de la solution

BizTalk utilise le standard BPEL, *Business Process Execution Language*, qui est un langage de spécification des processus métiers (Andrews *et al.* 2003). Le passage de la figure 7 au

code en BPEL est relativement aisé. La figure 8 donne l'exemple de la programmation du processus d'allocation du rendez-vous spécifié en BPEL.

Dans ce qui suit, une explication brève du processus est présentée. Le processus d'allocation de rendez-vous *AppointmentAllocation* met en interaction deux partenaires qui sont définis de la ligne 2 à la ligne 11 : la ligne 3 à 6 introduit le citoyen *Citizen* et la ligne 7 à 10 introduit le partenaire *LHA*. La définition des partenaires inclut la spécification des web services utilisés par le processus. Les messages échangés dans le processus sont encapsulés dans des *containers* (ligne 12 à 19). Dans notre exemple, nous avons deux messages : *AppointmentRequestMessage* encapsulé dans le container *AppointmentRequest* et *AppointmentListMessage* encapsulé dans le container *AppointmentList*. *AppointmentRequestMessage* est envoyé par le citoyen (ligne 25) en invoquant l'opération *AppointmentRequest* (ligne 27). Ce message est encapsulé dans le container *AppointmentRequest* (ligne 28). Le BizTalk Server (E-Pension) se charge ensuite de passer le container *AppointmentRequest* au LHA (ligne 31) en utilisant l'opération *AppointmentRequest* (ligne 33). Afin de déterminer l'ordre d'exécution des services, le processus *AppointmentAllocation* structure l'appel aux opérations suivant un flux d'opérations *flow* (ligne 20).

```

1 <process name=" AppointmentAllocation" >
2   <partners>
3     <partner name=" Citizen"
4       partnerRole=" AppointmentRequester"
5       serviceLinkType=" RequesterLink" >
6     </partner>
7     <partner name=" LHA "
8       partnerRole=" AppointmentService"
9       serviceLinkType=" ProviderLink" >
10    </partner>
11  </partners>
12  <containers>
13    <container name=" AppointmentRequest"
14      messageType=" AppointmentRequestMessage" >
15    </container>
16    <container name=" AppointmentList"
17      messageType=" AppointmentListMessage" >
18    </container>
19  </containers>
20  <flow>
21    <links>
22      <link name=" Request-to-LHA " ></link>
23      <link name=" Response-to-citizen" ></link>
24    </links>
25    <receive partner=" citizen"
26      portType=" AppointmentPT"
27      operation=" AppointmentRequest"
28      container=" appointmentRequest" >
29      <source linkName=" Request-to-LHA " ></source>
30    </receive>
31    <invoke partner=" LHA "
32      portType=" LHA AppointmentPT"
33      operation=" AppointmentRequest"
34      inputContainer=" appointmentRequest" >
35      <target linkName=" Request-to-LHA " ></target>
36      <source linkName=" Response-to-citizen" >
37    </source>
38    </invoke>
39    <receive partner=" LHA"
40      portType=" AppointmentListPT"
41      operation=" AppointmentList"
42      container=" AppointmentList" >
43      <target linkName=" Response-to-citizen" ></target>
44    </receive>
45    <invoke partner=" citizen"
46      portType=" citizenAppointmentListPT"
47      operation=" AppointmentList"
48      inputContainer=" AppointmentList" >
49      <source linkName=" Request-to-LHA " ></source>
50    </invoke>
51  </flow>
52  </process>

```

Figure 8. Code du processus d'allocation de rendez-vous en BPEL

5. Orchestration

L'objectif de cette section est double. Le premier vise à répartir les services composites (et leurs web services incorporés) identifiés à la section 4.1 entre les acteurs identifiés au niveau de la section 4.2. Le deuxième objectif vise à orchestrer ces services composites distribués.

5.1 Distribution des services composites

Nous supposons que les services contrôlés par un même acteur (demandeur ou fournisseur) sont groupés dans un seul service composite formant ce qu'on appelle un d-service (pour service distribué). Le coordonnateur n'est pas pris en considération car il ne représente pas une organisation fournissant des services mais un acteur système.

Dans le cas de l'application E-Pension, nous avons quatre d-services : le citoyen, la mairie, le LHA et enfin la préfecture. Suivant le lien établi à la section 4.1, nous pouvons identifier la composition de services pour chacun des quatre d-services de l'application E-Pension. Le tableau 3 montre ce lien.

D-service	Description
d-service de la Mairie	Contient la section S3 seulement.
d-service du LHA	C'est la composition des services associés aux sections S4, S5, S7 et S8.
d-service de la préfecture	C'est la composition des services modélisés via les sections S8, S9, S10, S11 et S12.
d-service du Citoyen	C'est la composition des douze sections formant la carte E-Pension (de la section S1 jusqu'à la section S12).

Tableau 3. La distribution des services entre les acteurs

Chaque d-service est modélisé sous la forme d'une carte issue de la carte globale et désignée d-carte (pour carte distribuée). La figure 9 montre les quatre d-cartes modélisant les quatre d-services.

La modélisation des d-services avec des d-cartes n'est pas seulement une simple agrégation de services mais c'est une structure complexe correspondant aux topologies multi-segments et multi-chemins (section 3). Elle permet d'une part, de combiner les différents services via la topologie multi-segments et d'autre part, de combiner les sections de la carte suivant plusieurs chemins alternatifs via la topologie multi-chemins. De plus, cette structure permet au moment de l'exécution de (1) sélectionner l'alternative la plus appropriée dans le multi-segment, i.e. de sélectionner dynamiquement le service qui correspond le mieux à la situation courante et, (2) composer dynamiquement les services en constituant « à la volée » le chemin de l'intention *Démarrer* à l'intention *Arrêter*. La description déclarative des services composites via les buts du modèle de la carte permet d'exécuter les services en sélectionnant et composant dynamiquement des services.

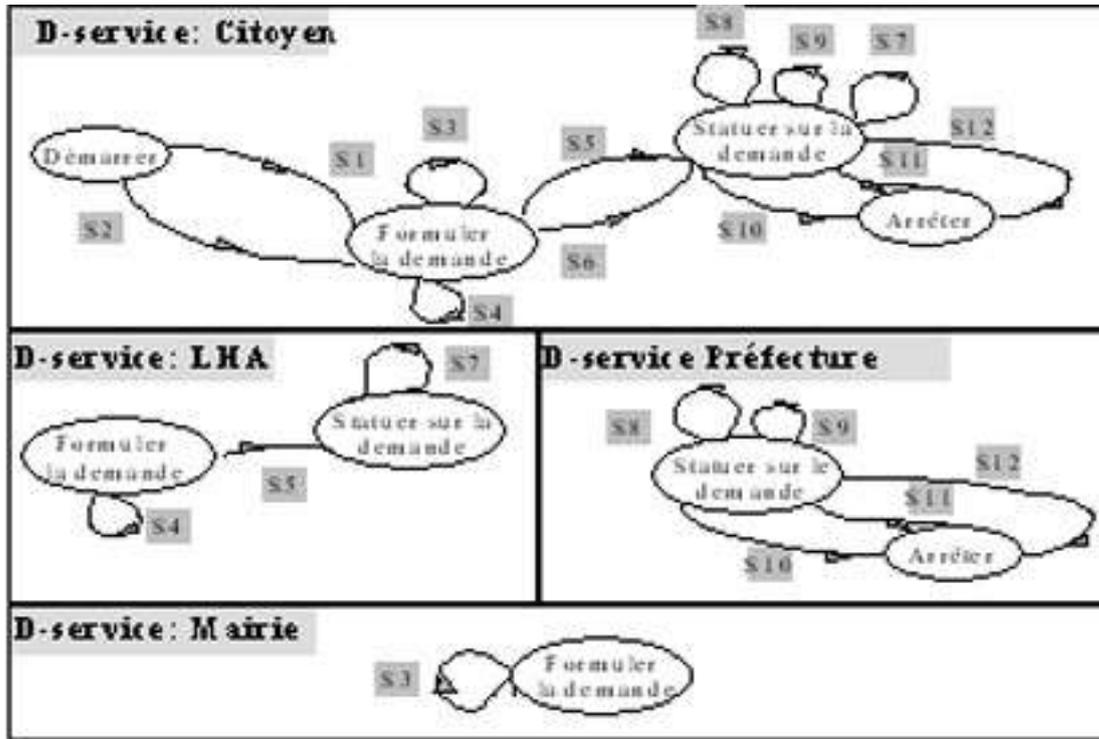


Figure 9. Les d-services de E-Pension modélisés avec des d-cartes

5.2 Orchestration des services composites

A ce niveau de la méthode, nous avons identifié les d-services formant la base de l'application E-Pension. Nous avons modélisé chaque d-service par une d-carte. Dans cette section, nous considérons l'orchestration de ces services composites distribués. L'orchestration permet de définir l'enchaînement de services selon un canevas prédéfini et de les exécuter à travers un schéma d'orchestration. Ces schémas décrivent souvent l'interaction entre services en identifiant les messages échangés et les séquences d'invocation de service (Peltz, 2003).

Suivant notre approche guidée par les buts, l'orchestration des services composites est définie via un ensemble de dépendances entre les d-cartes.

L'orchestration est le support d'exécution des services et notre approche consiste à introduire un mécanisme d'orchestration dirigé par les cartes. Chaque d-service est sous le contrôle d'un mécanisme d'exécution désigné par moteur de d-carte. Chaque moteur fonctionne suivant un ensemble de règles d'exécution communes et il contrôle la sélection et l'exécution des services composites en interprétant la d-carte. Notre architecture est donc une architecture dirigée par les modèles où la carte forme le cœur du contrôle de l'exécution du service. Les fonctionnalités de ce moteur d'exécution sont résumés comme suit.

- Il détermine les instances des sections candidates c'est à dire les instances des sections qui doivent être exécutées à la prochaine étape. Pour ce faire, le moteur s'appuie sur la trace des sections déjà exécutées, les contraintes de précedence entre les sections d'une carte et les dépendances entre les d-cartes,
- Il sélectionne les instances des sections à exécuter et déclenche son exécution par l'invocation du service. Pour cela, le moteur se fonde sur le couplage direct entre les sections de la carte et les services composites. Ce couplage est exprimé formellement dans les spécifications de la Carte.
- Il garde la trace des instances des sections déjà exécutées.

Chaque moteur d'une d-carte fonctionne suivant sa propre d-carte. Toutefois, pour assurer l'orchestration globale suivant un mode distribué, il est nécessaire d'échanger des informations d'un moteur à un autre. Ces informations sont fondées sur les liens de

dépendances entre les d-cartes qui garantissent l'orchestration des d-services composant l'application.

Le concept de dépendance est une relation entre deux sections indiquant que la réalisation d'une intention cible d'une section donnée dépend de la réalisation de l'intention cible d'une section d'une autre d-carte. On distingue deux catégories de dépendances :

- **la dépendance d'exclusion** exprime qu'une instance d'une section B ne peut être exécutée si une instance de la section A a déjà été exécutée ; l'utilisation de cette dépendance implique que l'exécution de l'instance d'une section A exclut l'exécution d'une instance d'une section B ;
- **la dépendance de précedence** signifie qu'une instance d'une section B ne peut pas être exécutée que si une instance d'une section A a déjà été exécutée ; l'utilisation de cette dépendance implique que l'exécution d'une instance d'une section B peut commencer une fois que l'instance d'une section A a déjà été exécutée.

La figure 10 montre les dépendances d'orchestration entre les d-cartes de l'application E-Pension. Les flèches en pointillé indiquent les dépendances de précedence entre deux sections alors que les flèches pleines représentent les dépendances d'exclusion. Chacune d'entre elles est une dépendance étiquetée avec les valeurs des paramètres à transmettre d'une section à une autre.

Considérons la dépendance de précedence entre la section S6 de la d-carte formalisant le d-service du citoyen et la section S7 de la d-carte du d-service du LHA ; le LHA ne peut prendre sa pré-décision (section S7) que s'il a déjà reçu les résultats de l'examen physique du citoyen (section S6). De la même manière, la préfecture ne peut prendre sa décision (section S8) que dans le cas où elle aurait déjà obtenu la pré-décision du LHA (section S7).

La figure 10 montre aussi un exemple d'une dépendance d'exclusion entre la section S10 et S11 de la d-carte. En effet, la préfecture ne peut accepter la demande de pension d'un citoyen (section S10) dans le cas où la décision de rejet serait déjà prise (section S11). De la même manière, la préfecture ne peut pas prendre une décision positive et transférer le dossier du citoyen au service payeur (section S10) dans le cas où le citoyen se rétracterait et annulerait sa demande de pension (section S12).

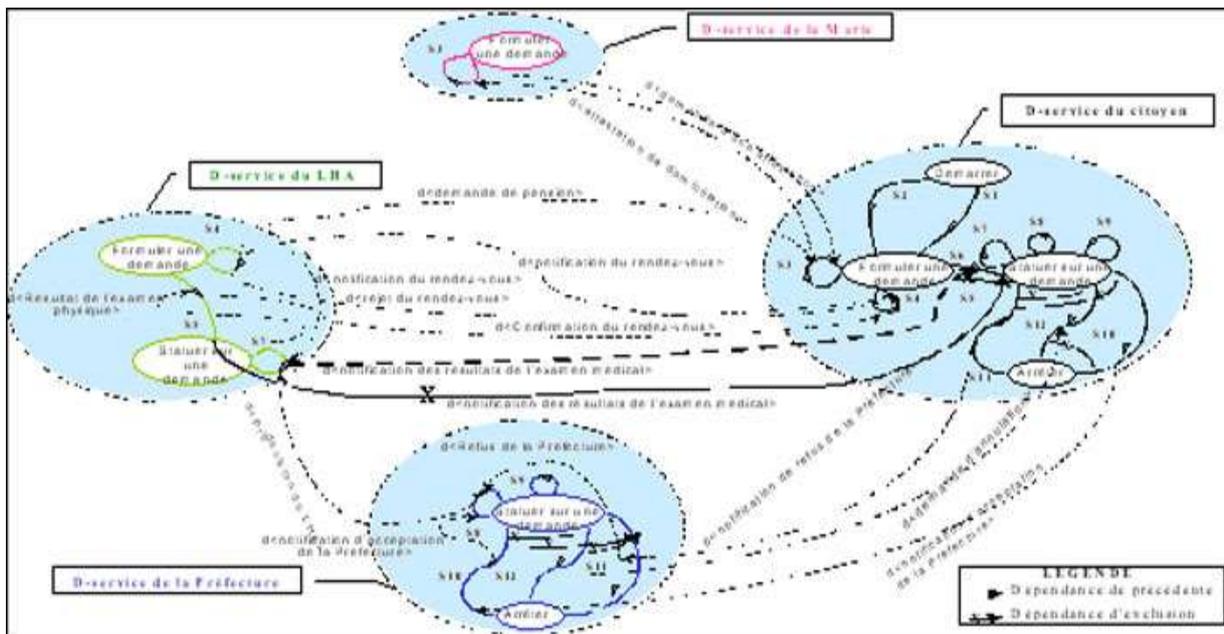


Figure 10. Le modèle d'orchestration

6. Conclusion

La composition des services est certainement un des concepts des plus prometteurs. Il est important pour les entreprises qui veulent créer des partenariats avec d'autres organisations. La composition est le chaînon manquant entre les perspectives d'interopérabilité et de standards ouverts. Toutefois, ce concept est difficile à mettre en œuvre. La composition peut offrir des avantages compétitifs aux organisations en leur donnant la possibilité de développer des services à valeur ajoutée en assemblant les services dont ils disposent déjà. Afin de fournir un support méthodologique pour le développement de ces services, nous avons proposé dans cet article, une approche guidée par les buts qui aide à (1) capturer les besoins de l'application coopérative en termes de buts à atteindre et de stratégies pour les atteindre, (2) dériver les services de chaque organisation, (3) élucider les web services incorporés dans ces services, (4) orchestrer les services composant l'application et, (5) exécuter l'orchestration d'une manière guidée par le modèle.

Parmi les caractéristiques de cette approche, notons qu'elle met l'accent sur la notion de buts pour capturer les besoins et qu'elle exécute l'orchestration des web services satisfaisant ces besoins. La capture des besoins vise à comprendre et spécifier les besoins des organisations partenaires et les exigences que ces besoins imposent au système d'information coopératif. Par contre, l'exécution de l'orchestration des web services est une solution plus complexe dans le sens où les web services sont identifiés de manière intentionnelle en leur associant un ensemble de buts qu'ils doivent réaliser et leur exécution est guidée dans ce cas par un modèle de buts. Ceci est réalisé par le couplage direct entre l'expression des besoins (section de la carte) et le service réalisant cette section. Dans ce sens, la composition est exprimée et exécutée au niveau intentionnel. Cela aide d'une part, à minimiser considérablement l'écart conceptuel entre les services et le modèle de buts où les services ont été dérivés et d'autre part, à faciliter la propagation des besoins de changement dans le sens où les changements sont propagés du processus métier actuel vers les changements du système c'est à dire lors de l'exécution des services.

Nos travaux futurs consistent tout d'abord à utiliser le lien d'affinement pour modéliser chaque section d'une carte par une carte, les besoins étant donc exprimés par une hiérarchie de cartes. Nous envisageons également d'améliorer les étapes constituant l'approche proposée et d'introduire d'autres types de dépendances afin d'assurer l'orchestration des services. Enfin, le quatrième objectif est de concevoir et de réaliser un prototype d'exécution distribué de processus coopératif fondé sur un moteur d'orchestration des services.

Aiello, M., Papazoglou, M-P., Yang, J., Carman, M., Pistore, M., Serafini, L., Traverso, P. (2002) A Request Language for Web-Services Based on Planning and Constraint Satisfaction. *VLDB Workshop on Technologies for E-Services (TES02)*, Le Caire, Egypte.

Andrews, T., Curbera, F., Dholakia, H. (2003). Business Process Execution Language for Web Services 1.1.

Batini, C. (2001) Enabling Italian E-Government Through a Cooperative Architecture. *IEEE Computer*, vol 6, no. 3.

Benatallah, B., Medjahed, B., Bouguettaya, A., Elmagarmid, A., Beard, J. (2000) Composing and Maintaining Web-based Virtual Enterprises. *Proceedings of the 1st International Workshop on Technologies for e-Services (VLDB-TES2000)*, Caire, Egypte.

Berardi, D., De Giacomo, G., Lenzerini, M., Mecella, M., Calvanese, D. (2004). Synthesis of Underspecified Composite e-services based on Automated Reasoning. *International Conference on Service Oriented Computing (ICSOC)*, New York, USA

Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. (1998). The Unified Modeling Language User Guide. Addison-Wesley.

Casati, F., Shan, M.C. (2001) Dynamic and Adaptive composition of E-services. *Information Systems*, vol. 6, no. 3.

Christophides, V., Hull, R., Karvounarakis, G., Kumar, A., Tong, G., Xiong, M. (2001). Beyond Discrete e-Services Composing Session-oriented Services in Telecommunications. *Proceedings of the 2nd VLDB International Workshop on Technologies for e-Services (VLDB-TES 2001)*, Rome, Italy.

Colombo, E., Francalanci, C., Pernici, B., Plebani, P., Mecella, M., De Antonellis, V., Melchiori, M. (2003). Cooperative Information Systems in Virtual Districts: the VISPO Approach. *IEEE Data Engineering Bulletin*, vol. 25, no. 4, pp. 36-40

- Do, T., Kolp, M., Pirotte, A. (2003). *Social Patterns for Designing Multi-Agent Systems*. 15th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2003), San Francisco, USA.
- Fauvet, M-C., Dumas, M., Benatallah, B., Paik, H-Y. (2001). Peer-to-peer traced execution of composite services. In *Proceedings of Workshop on Technologies for E-Services (TES)*, Rome, Italy.
- Kolp, M., Castro, J., Mylopoulos, J. (2001). A Social Organization Perspective on Software Architectures, *First International Workshop From Software Requirements to Architectures (STRAW'01)* at ICSE 2001, Toronto, Canada.
- McIlraith, S., Cao Son, T. (2001). Semantic web services. *IEEE Intelligent Systems*, 16(2).
- Mecella, M., Parisi, F., Presicce, M., Pernici, B. (2002). Modeling E-Service Orchestration Through Petri Nets. *Proceedings of the 3rd VLDB International Workshop on Technologies for e-Services (VLDB-TES 2002)* Hong Kong, Hong Kong SAR, China, Springer-Verlag LNCS 2444, pp. 38-47
- Mecella, M., Pernici, B. (2002). Building Flexible and Cooperative Applications Based on e-Services. *Technical Report 21-2002*, Roma, Italy.
- Mecella, M., Pernici, B., Craca, P. (2001) Compatibility of E-Services in a Cooperative Multi-Platform Environment. *Proceedings of the 2nd International VLDB Workshop on Technologies for e-Services (VLDB-TES 2001)* Roma, Italy, Springer-Verlag LNCS 2193, pp. 44-57
- Peltz, C. (2003). Web Services Orchestration and Choreography. *IEEE Computer*, p 46-52
- Quartel, D., Dijkman, R., van Sinderen, M. (2004). Methodological Support for Service oriented Design with ISDL. *International Conference on Service Oriented Computing (ICSOC)*, New York, USA
- Rolland, C., Prakash, N. (2000). Bridging the Gap Between Organisational Needs and ERP Functionality. In *Requirements Engineering Journal*, 5.
- Roxburgh, U. (2001). Biztalk orchestration: Transactions, exceptions, and debugging. *Microsoft Corporation*. Available at <http://msdn.microsoft.com/library/en-us/dnbiz/html/bizorchestr.asp>.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G. (1998). *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Addison-Wesley
- Shegalov, G. (2001). XML-enabled workflow management for e-services across heterogeneous platforms. *VLDB Journal*, 10(1).
- Yu, E. (1995) *Modelling Strategic Relationships for Process Reengineering*, PhD thesis, Department of Computer Science, University of Toronto, Canada