

Une architecture orientée services pour assurer l'interopérabilité dans la planification multi-site

KARIM ISHAK, BERNARD ARCHIMEDE, PHILIPPE CHARBONNAUD

Université de Toulouse, INPT, Laboratoire Génie de Production
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes, 47 avenue d'Azereix, 65016 Tarbes Cedex, France

{karim.ishak, bernard.archimede, philippe.charbonnaud}@enit.fr

Résumé — La plupart des PME n'ont pas une présence forte dans les marchés orientés projets pour la production du fait de leurs limites financières et technologiques. Dans cet article, un modèle de marché orienté services est présenté. Il permet d'améliorer la présence des PME par une meilleure intégration aux marchés électroniques de production multi-site. Dans ce contexte, une architecture applicative SCEP-SOA est détaillée pour mettre en œuvre le modèle proposé. Elle est basée sur le modèle de référence pour l'interopérabilité SOA (Service Oriented Architecture) et intègre les concepts du modèle générique de planification multi-agent SCEP (Superviseur, Client, Environnement, Producteur). Cette architecture assure l'interopérabilité entre les systèmes de planification hétérogènes utilisés par les différents partenaires. Une étude de l'interopérabilité sémantique dans SCEP-SOA est aussi présentée pour garantir la compréhension des informations de planification échangées entre les différents systèmes.

Mots clés — Planification distribuée, interopérabilité, architecture orientée service, planification interopérable.

I. INTRODUCTION

Aujourd'hui, les entreprises se sont recentrées vers leurs cœurs de métiers et sont de ce fait incapables de produire seules. Elles élaborent des projets communs et participent à un ou plusieurs réseaux de sous-traitants, de co-traitants, de clients et de fournisseurs. Ce fonctionnement réparti géographiquement nécessite un recours constant aux technologies de communication et de systèmes répartis. Cette évolution a un impact profond sur les techniques, les processus et les pratiques de la conduite de systèmes en usage aujourd'hui. Les entreprises créent des chaînes logistiques [1, 2] pour répondre rapidement aux besoins du marché. Les chaînes logistiques (CL) sont, dans leur grande majorité, dominées par les grandes entreprises ou donneurs d'ordres qui, pour améliorer leur compétitivité, ont recours aujourd'hui à des places de marché orientées projets pour une meilleure communication avec les partenaires et une synchronisation des activités menées par ces derniers. Néanmoins, les exigences fortes des donneurs d'ordres en capacité et en compétence dans ces marchés excluent la plupart des PME (Petites et Moyennes Entreprises) [3]. De nombreuses approches ont été proposées pour améliorer la présence des PME, néanmoins, elles souffrent de nombreuses limites [3, 4].

La motivation de la proposition d'un nouveau modèle de marché orienté services est de permettre aux PME de s'affranchir des exigences économiques et technologiques des donneurs d'ordres dans les marchés orientés projets, en offrant une intégration indépendante et équitable aux marchés. Afin de résoudre l'hétérogénéité entre les différents systèmes de planification des partenaires dans ce nouveau type de marché,

une architecture de planification distribuée interopérable basée sur le modèle de référence SOA et sur la technologie d'agents est présentée. Dans la section 2, nous montrons l'intérêt et les limites des marchés orientés projets et nous présentons les concepts des marchés orientés services. Les concepts du modèle multi-agent SCEP et du modèle de référence SOA pour l'interopérabilité, sur lesquels se base notre architecture, sont ensuite présentés dans la section 3. Puis, la section 4 décrit l'architecture de planification interopérable proposée SCEP-SOA. Une étude de l'interopérabilité sémantique dans SCEP-SOA est présentée dans la section 5. La dernière section rassemble les points d'intérêt de notre approche et présente les perspectives de ce travail.

II. MARCHE ORIENTE PROJETS VERSUS MARCHE ORIENTE SERVICE

Dans le monde des places de marché électroniques [5], les grandes entreprises (donneurs d'ordres) proposent leurs propres places de marché orientées projets où ils décrivent les projets qu'ils souhaitent réaliser en définissant tous les lots et en précisant principalement pour chacun d'eux le délai requis, les compétences nécessaires et les normes à respecter. Les entreprises sous-traitantes font pour les lots qui les intéressent et pour lesquels ils ont les compétences, des propositions en termes de coût, de délai de réalisation, de date prévue de fin, et de respect des normes. La sélection des partenaires pour la réalisation d'un projet s'effectue par le donneur d'ordres qui met souvent en place un mécanisme d'enchères descendantes pour les entreprises respectant les normes imposées. Une chaîne logistique va être ainsi créée avec les entreprises sous-traitantes sélectionnées en ayant comme gestionnaire le donneur d'ordres.

Néanmoins, les places de marché orientées projets ne conviennent pas aux PME qui ne peuvent pas satisfaire toutes les contraintes d'intégration exigées par les donneurs d'ordres en termes de capacités, de compétences et de normes. Ce qui exclut les PME possédant les compétences requises mais pas les capacités humaines et financières pour mener à bien les lots qui les concernent surtout lorsqu'elles doivent assumer un coût technologique très élevé de mise à niveau de leurs systèmes de communication et de planification.

A la différence des places de marchés orientées projets, les places de marchés orientées services mettent en relation plusieurs clients ou porteurs de projets avec plusieurs producteurs ou fournisseurs de services. Un service peut être une simple action, un ensemble d'actions ou un service composite construit à l'aide de services élémentaires. Aucune relation ne lie a priori les services entre eux. Une fois les services définis dans le marché, les clients souhaitant réaliser leurs projets viennent négocier sur ce marché. Les clients et les fournisseurs de services ne se connaissent pas a priori.

La gestion de la place de marché est réalisée par une entité indépendante des fournisseurs et des clients. Sur la figure 1, les fonctions de déclaration des savoir-faire et d'initialisation des projets, essentielles pour le fonctionnement d'une place de marché orientée services, sont présentées.

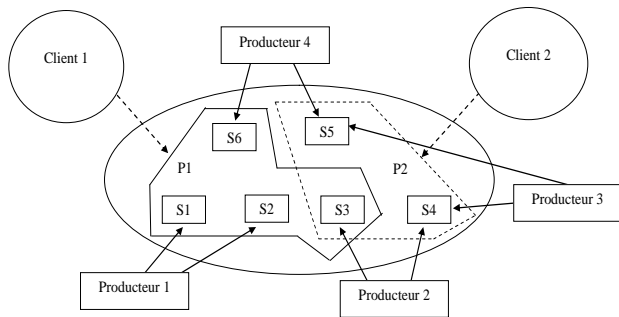


Figure 1. Déclaration des savoir-faire et initialisation des projets dans une marché orienté services

La déclaration des savoir-faire concerne la publication par les producteurs des services qu'ils peuvent offrir. Un producteur peut offrir un ou plusieurs services. Un service peut être fourni par un ou plusieurs producteurs. L'initialisation consiste à décrire chaque projet à l'aide d'une sélection de services disponibles sur le marché. Un projet requiert un ou plusieurs services. Plusieurs projets peuvent nécessiter un même service. Il est impossible de déclarer un projet sur la place de marché si les services requis pour l'ensemble de ses lots ne sont pas tous disponibles.

Les marchés orientés services suppriment les barrières d'intégration rencontrées par les PME dans les marchés orientés projets et offrent des opportunités d'intégration équitables en atténuant les exigences fortes des donneurs d'ordres. Ce type de marché permet une initialisation et une gestion décentralisées des projets. Chaque client initie et gère son ou ses projets indépendamment des autres clients et des producteurs. De ce fait, chaque projet est à l'origine d'une chaîne logistique qui regroupe le client et ses différents producteurs. Les producteurs peuvent donc participer simultanément à plusieurs chaînes logistiques. La présence des multiples chaînes logistiques sur le marché nécessite une planification multi-site entre les partenaires d'une même chaîne et une coordination des activités entre les différentes chaînes du fait de l'appartenance d'un fournisseur à plusieurs chaînes.

III. DU MODELE MULTI-AGENT SCEP VERS UN MODELE DE PLANIFICATION INTEROPERABLE

Plusieurs approches de planification basées sur les systèmes multi-agents ont été développées [6, 7, 8]. La plupart de ces approches sont basées sur le protocole de communication Contract-Net [9].

Dans le contexte multi-agent, le modèle générique de planification SCEP (Superviseur, Client, Environnement et Producteur), détaillé dans [10] et décrit sur la Figure 2, propose une approche d'élaboration distribuée des ordonnancements en faisant coopérer d'une manière indirecte, sous le contrôle d'un agent Superviseur, des agents Clients et des agents Producteurs via un Environnement partagé de type "Tableau noir". L'agent superviseur crée, au début du processus, les agents clients et producteurs. L'ordonnancement s'obtient après un nombre fini de cycles correspondant chacun à l'activation des agents clients suivie de celle des agents producteurs.

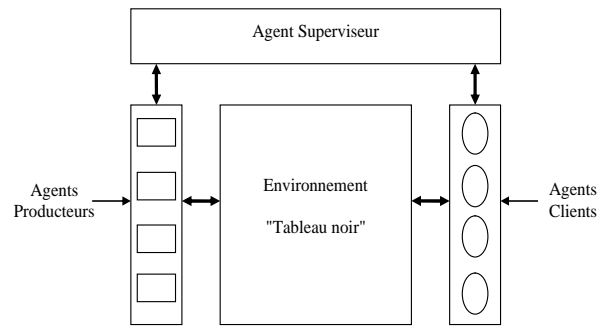


Figure 2. Le modèle SCEP

Chaque agent client effectue une planification à capacité infinie des tâches de ses projets puis dépose dans l'environnement SCEP, indépendamment des autres clients, pour chacune d'elles une offre où sont indiqués ses souhaits en termes d'activité et de placement temporel. Les agents producteurs effectuent une planification à capacité finie des tâches relevant de leurs domaines de compétence et font pour chacune d'elles des enchères en précisant le placement où la tâche sera accomplie ainsi que son coût de traitement. Le mécanisme de coopération mis en place dans SCEP utilise des principes proches du protocole Contract-Net.

Le modèle SCEP s'apparente au fonctionnement des marchés orientés services présentés précédemment et permet une résolution distribuée de l'ordonnancement. Néanmoins, ce modèle n'apporte pas une solution satisfaisante face aux mutations majeures s'opérant dans l'organisation des entreprises sous la pression des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Il ne permet aucune indépendance vis-à-vis des méthodes de planification ni de la localisation des applications employées au niveau de chaque site. Du fait de l'hétérogénéité entre les systèmes de planification des différents partenaires, le modèle SCEP présente des limites pour un fonctionnement aisé par Internet, mettant en évidence son manque d'interopérabilité.

L'interopérabilité est la possibilité pour des systèmes ou des composants d'échanger des informations et de pouvoir utiliser les informations échangées [11]. L'interopérabilité est atteinte seulement si l'interaction entre deux systèmes peut être réalisée aux niveaux : données, ressources et processus d'affaires avec la sémantique définit dans le contexte d'affaires [12]. La clé de l'interopérabilité pour mettre l'entreprise en réseau est liée à l'impératif du respect des standards (XML, SOAP, UDDI, ...).

Le modèle de référence pour assurer l'interopérabilité est l'architecture orientée services ou SOA qui permet de rassembler les grandes applications de l'entreprise en services interopérables et réutilisables. L'objectif principal est d'autoriser les applications à communiquer et à travailler ensemble, quelle que soit leur plate-forme respective. L'interopérabilité est réalisée par le biais de services. Ce sont des composants dont les interfaces et les contrats d'utilisation sont connus, et indépendants de tout système. Les principaux acteurs intervenant dans SOA sont le consommateur du service, le fournisseur du service et le registre qui contient la description des services. Chaque service est autonome, indépendant des autres services, et peut être découvert et appelé d'une manière dynamique. Il n'existe pas à proprement parler de spécifications officielles d'une architecture SOA, néanmoins les principales notions fédératrices ou concepts clés [13] ainsi que leurs relations sont représentés sur la Figure 3.

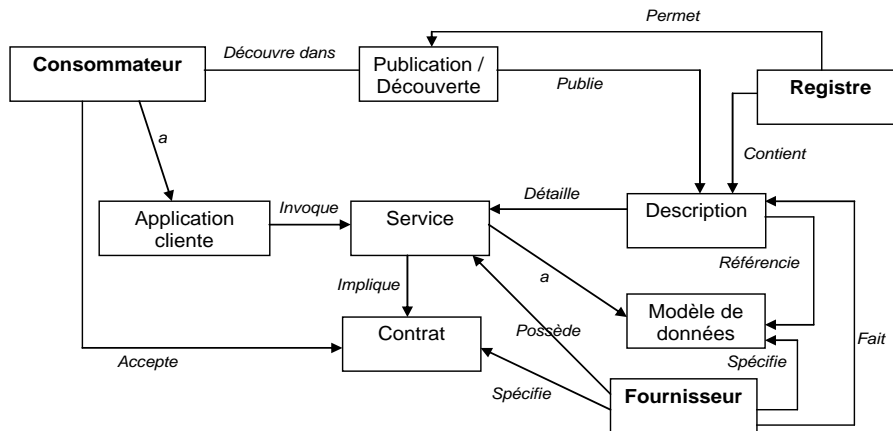


Figure 3. Concepts clés de SOA et leurs relations

Le service est une fonction encapsulée dans un composant interrogeable à l'aide d'une requête composée d'un ou plusieurs paramètres et fournissant une ou plusieurs réponses. La description du service, consistant à décrire les paramètres d'entrée du service, le format et le type des données retournées. La publication et la découverte des services. La publication consiste à publier dans un registre les services disponibles aux utilisateurs, tandis que la découverte recouvre la possibilité de rechercher un service parmi ceux qui ont été publiés. L'invocation, représentant la connexion et l'interaction du client avec le service. Le contrat de service est une spécification de l'interaction entre le consommateur du service et le fournisseur du service. Il spécifie le format de la requête et de la réponse du service peut aussi spécifier les niveaux de la qualité du service. Le modèle de données spécifie les paramètres impliqués dans l'invocation du service.

IV. ARCHITECTURE INTEROPERABLE DE PLANIFICATION DISTRIBUEE SCEP-SOA

Dans ce contexte orienté services, une architecture de planification distribuée interopérable est proposée. Elle intègre les concepts du modèle de référence SOA et du modèle générique de planification SCEP. Au-delà de la mise en relation des clients et des fournisseurs, cette architecture masque aux clients et aux fournisseurs la complexité des réseaux d'applications de planification à mettre en place pour réaliser les projets.

L'architecture de planification distribuée SCEP-SOA proposée est présentée sous la forme d'une place de marché orientée services dédiée à la planification multi-projet, mettant en relation des clients ou consommateurs SOA et des producteurs ou fournisseurs SOA via un registre SOA. Cette architecture

est illustrée sur la Figure 4. L'invocation des services et l'échange d'informations entre le registre et les autres acteurs se font par le biais du protocole SOAP (Simple Object Access Protocol). Chaque fournisseur décrit son savoir-faire en regroupant toutes ses activités dans un service composite. Dans le domaine de la planification de la production, un service peut être une activité de tournage, de fraisage, etc. ou peut regrouper un ensemble de ces activités. Le transport entre les sites distants peut aussi être fourni comme un service. Le fournisseur met en place un service de planification accessible à tous les clients qui demandent des activités ou services fournis par ce fournisseur. Il définit dans un contrat de service spécifiant le format de la requête et de la réponse du service qu'il fournit et spécifie aussi les niveaux de qualité du service offert. Il définit dans un modèle de données les paramètres impliqués dans l'invocation du service. Un contrat peut concerner plusieurs services simultanément et sera accepté par les différents consommateurs du service. Le producteur publie la description de son ou ses services dans le registre. Chaque fournisseur SOA dispose d'un système de planification afin de planifier les tâches concernées par les activités qu'il a publiées. Une Base de Données de Projets et de Plans (BDPP) est mise en place au niveau du producteur pour stocker les demandes de planification des projets client. Cette base de données contient aussi les plans d'ordonnancement proposés par le fournisseur pour ces projets client.

A partir de la description de leurs projets en termes d'activités souhaitées pour la réalisation des tâches nécessaires, les clients vont lancer une requête au registre afin de découvrir les services capables de réaliser ces activités et par conséquent une présélection des fournisseurs.

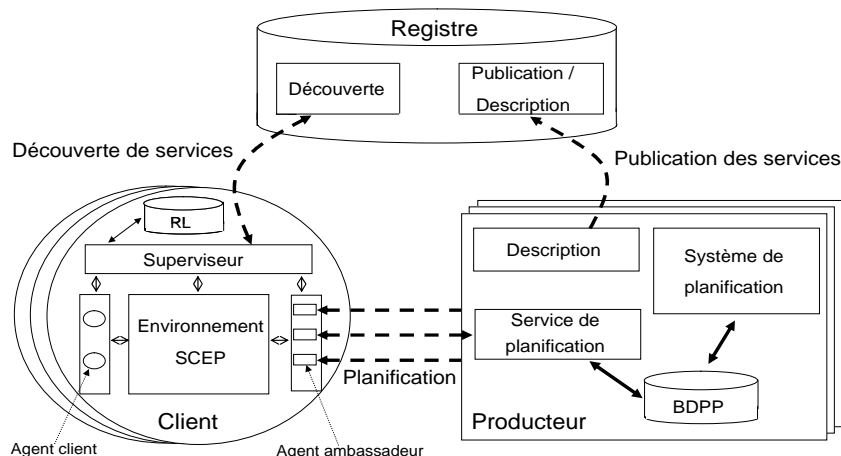


Figure 4. Cadre global de l'architecture de planification interopérable SCEP-SOA

Afin d'améliorer les relations de partenariat entre le client et les producteurs ainsi que de mieux guider le client dans le choix de ses partenaires, un registre locale (RL) est mis en place chez le client. Ce RL stocke des informations sur les services et leurs fournisseurs qui sont déjà découverts pour des projets précédents dans le registre SOA global, et avec lesquels le client a déjà eu des collaborations.

Suite à la présélection des fournisseurs capables de réaliser ses projets, le client implante dans son environnement un modèle SCEP. L'environnement de ce modèle SCEP va mettre en relation des agents clients associés aux projets concernés et des agents ambassadeurs représentant les systèmes de planification des fournisseurs présélectionnés. Le superviseur s'occupe de la gestion des projets du client SOA. Les activités que doivent réaliser les fournisseurs peuvent être décomposées en sous activités et réintroduites dans une place de marché de type SCEP-SOA afin de trouver des fournisseurs pour les réaliser. Dans ce contexte chaque client est à l'origine d'une chaîne logistique regroupant le client, ses producteurs (rang 1), les producteurs des producteurs (rang 2), etc. L'élaboration d'une planification multi-site requiert la définition par chaque producteur de la fréquence avec laquelle il va relancer son système de planification. Ces informations sont à préciser dans les contrats des services concernés. Comme un service peut être sollicité par plusieurs clients, il est nécessaire que ces derniers soient informés du temps maximum d'attente du résultat de la planification demandée car les requêtes survenues chez un producteur au cours d'une phase de planification ne sont prises en compte que lors de la prochaine phase de planification.

Cette architecture met en œuvre les différents concepts mis en place dans les marchés orientés services et permet une coopération entre les systèmes de planification différents en offrant un couplage lâche entre les services, un fonctionnement indépendant de la plate-forme d'implémentation, une possibilité de réutilisation des services, et de meilleures possibilités d'évolution.

V. INTEROPERABILITE SEMANTIQUE DANS SCEP-SOA

La coopération instaurée entre des systèmes de planification différents requiert la prise en compte de leur interopérabilité sémantique. Pour assurer la bonne interprétation et la compréhension des informations échangées entre les différentes applications de planification, les solutions proposées sont habituellement basées sur les ontologies [14, 15, 16]. Celles-ci sont considérées comme des outils pour l'interopérabilité sémantique et permettent de modéliser les concepts de planification manipulés par les différentes applications de planification. En effet, bien que leur interopérabilité soit assurée dans SCEP-SOA, ces applications de planification, construites par des concepteurs différents, n'utilisent pas nécessairement la même ontologie de planification. Cela conduit à un problème d'hétérogénéité sémantique entre les partenaires. Plusieurs classifications ont été données pour l'hétérogénéité sémantique [17, 18, 19]. Dans le contexte de SCEP-SOA, deux problèmes sont à l'origine de cette hétérogénéité sémantique : l'hétérogénéité des métadonnées, concernant le sens des informations échangées, porte sur les classes d'ontologies et leurs propriétés, et l'hétérogénéité des instances concernant les différences dans la représentation des instances de ces classes.

Ces deux problèmes sont abordés selon la typologie décrite sur la Figure 5.

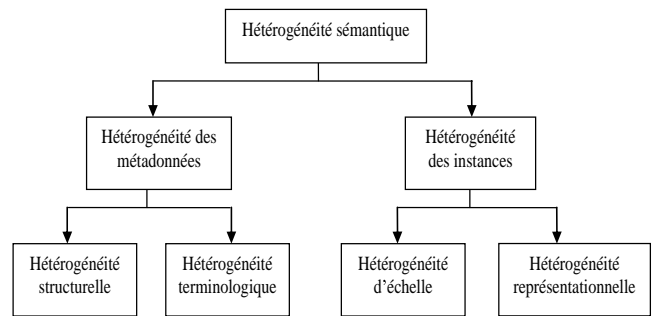


Figure 5. Typologie de l'hétérogénéité sémantique abordée dans SCEP-SOA

L'hétérogénéité des métadonnées comprend deux types d'hétérogénéité : structurelle et terminologique. L'hétérogénéité structurelle concerne la différence entre les structures des concepts de planification manipulés par les différentes applications de planification *i.e.* machine comme classe équivalente à la classe ressource dans l'ontologie de SCEP et machine comme sous-classe d'une sous-classe de la classe Ressource dans d'autres ontologies. L'hétérogénéité structurelle concerne aussi l'absence de certains concepts dans certaines ontologies comme les contraintes de coût de l'activité ou de l'ordre de fabrication et le conflit classe/attribut où un concept est considéré comme un attribut d'une classe dans une ontologie et comme une classe entière dans d'autres ontologies. L'hétérogénéité terminologique concerne le conflit de noms où différents noms sont utilisés pour désigner le même concept de planification (*i.e.* Opération, Tâche, Activité, Phase désigne le même concept qui est Activité). L'hétérogénéité des instances comprend deux types d'hétérogénéité : représentationnelle et d'échelle. L'hétérogénéité représentationnelle représente la différence dans l'écriture d'une même instance *i.e.* date début d'une opération représenté par 01/01/08 ou par 01 Janvier 2008, etc. L'hétérogénéité d'échelle concerne la différence entre les échelles utilisées par les instances d'un même concept *i.e.* prix en £, \$, €, etc.

Pour résoudre ce problème d'hétérogénéité entre les ontologies de planification, deux stratégies ont été étudiées. La première stratégie est basée sur l'approche multi-ontologie consistant à établir des correspondances directes entre les différentes ontologies de planification [20]. Cette stratégie est illustrée sur la Figure 6.

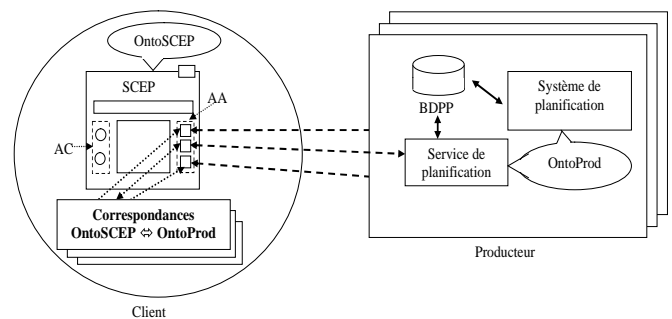


Figure 6. Première stratégie d'interopérabilité sémantique

Dans cette stratégie, chaque producteur maintient sa propre ontologie de planification locale (OntoProd) et va recevoir les descriptions de projets client selon cette ontologie locale. Les correspondances d'ontologies sont établies au niveau du client qui est responsable de la transformation des informations sur ces projets de sa propre ontologie de planification (OntoSCEP)

aux différentes ontologies de planification de ses producteurs pour la planification de ces projets. A la réception des plans résultant de la planification des projets client de la part des producteurs, ces plans sont décrits selon les ontologies des producteurs. Pour chaque producteur duquel il a reçu un plan, le client, ou plus précisément l'agent ambassadeur (AA) du client, doit transformer les informations de planification reçues de l'ontologie du producteur à sa propre ontologie en vue d'être bien interprétées par les agents clients (AC).

Cependant, cette stratégie présente certaines limites. Du fait que pour chacun de ses producteurs, le client doit établir des correspondances entre sa propre ontologie et les ontologies des producteurs, cela demande un travail très important de la part du client pour établir, stocker et raisonner avec ces correspondances. Comme le nombre de producteurs d'un client peut varier d'un projet à un autre, cela nécessite un temps important pour la mise à jour des correspondances ontologiques déjà établies pour prendre en compte les ontologies des nouveaux producteurs, sans oublier le côté économique et le coût de ces mécanismes au niveau du client. La deuxième stratégie est basée sur l'approche hybride d'ontologie [20] consistant à mettre en place une ontologie globale et commune qui servira comme interlingua dans l'échange d'informations entre les différentes applications de planification. Cette stratégie est illustrée sur la Figure 7.

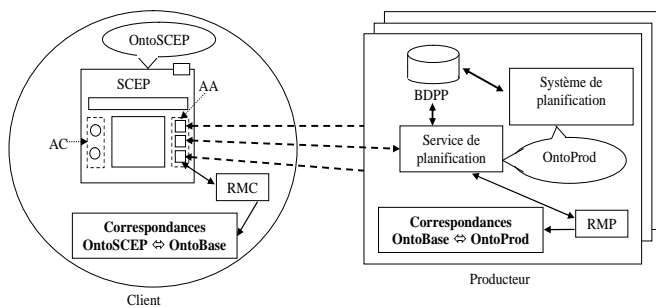


Figure 7. Deuxième stratégie d'interopérabilité sémantique

Chaque acteur (client ou producteur) garde sa propre ontologie de planification. Cependant, des mécanismes de découvertes et de représentation des correspondances ontologiques ainsi que les mécanismes de raisonnement avec ces correspondances sont nécessaires au niveau du client (RMC) et du producteur (RMP) pour transformer les informations reçues et décrites selon l'ontologie globale (OntoBase) en informations décrites selon l'ontologie locale (OntoSCEP chez le client et OntoProd chez le producteur) et *vice versa*.

Cette stratégie permet une standardisation des informations de planification échangées entre les partenaires et assure une convergence sémantique grâce à l'ontologie de planification globale et commune. Cela garantit la bonne compréhension et l'interprétation des informations échangées entre les systèmes de planification hétérogènes. En outre, à la différence de la première stratégie, cette stratégie réduit la complexité des correspondances ontologiques qui sont limitées seulement à des correspondances avec l'ontologie globale de planification (OntoBase). L'intégration de l'interopérabilité sémantique dans l'architecture SCEP-SOA proposée est basée sur cette deuxième stratégie sémantique pour avoir une planification multi-site indépendante de tout système de planification ainsi qu'une ontologie de référence sémantique indépendante des concepts de planification propres à chaque site. L'ontologie de planification globale (OntoBase) est basée sur l'ontologie d'ordonnancement OZONE proposée dans [21]. OZONE s'appuie sur les cinq concepts suivants : Demande (Demand),

Activité (Activity), Ressource (Resource), Produit (Product), et Contrainte (Constraint). Une demande concerne un ou plusieurs produits désignant les services demandés. La satisfaction des demandes est basée sur l'exécution des activités. Une activité est un processus qui utilise des ressources pour produire et fournir des produits. L'utilisation des ressources et l'exécution des activités sont gérées par un ensemble de contraintes. Dans le contexte d'OZONE, la planification d'un projet est définie comme un processus de synchronisation de l'utilisation des ressources par les activités pour satisfaire les demandes dans le temps.

Bien que généralisant les concepts de planification, cette ontologie nécessite des améliorations afin de prendre en compte les particularités de toutes les ontologies de planification. Les modifications effectuées concernent l'ajout de nouvelles classes avec leurs propriétés (d'objets et de types de données) ainsi que l'ajout de la contrainte de coût à la classe *Contrainte* afin de prendre en compte les contraintes de coût prévues dans certaines ontologies *i.e.* OntoSCEP. Ces modifications ne sont pas présentées dans le papier pour la limite d'espace. Pour planifier son projet, le client définit à l'aide de son agent client (AC) les activités de ce projet ainsi que les contraintes nécessaires en se basant sur l'ontologie de SCEP. Le diagramme d'activités décrivant la planification d'un projet client est représenté sur la Figure 8.

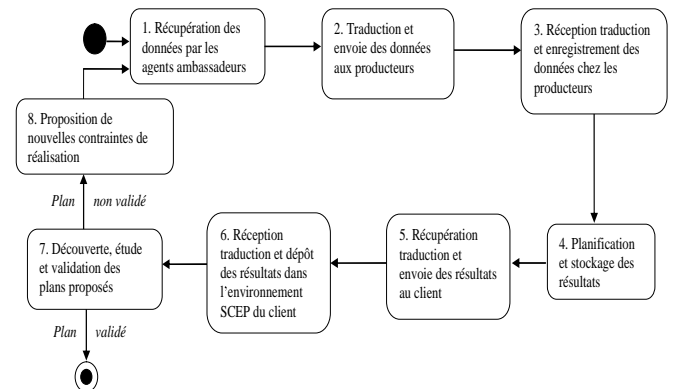


Figure 8. Diagramme d'activités pour la planification selon la stratégie d'interopérabilité sémantique adoptée

Après la description du projet dans le système de planification, les agents ambassadeurs récupèrent de l'environnement partagé de SCEP les informations sur ce projet. Chaque AA récupère de l'environnement partagé de SCEP les données nécessaires pour la planification des services fournis par le producteur qu'il représente. Les informations ou données échangées entre le client et les différents producteurs concernent les contraintes souhaitées pour la réalisation du projet client. Pour la traduction des informations, l'AA se base sur le mécanisme de raisonnement RMC pour traduire les informations décrites selon OntoBase, et renvoie le résultat au producteur correspondant. Chez le producteur, le service de planification se base sur le mécanisme de raisonnement du RMP pour traduire les informations reçues et décrites selon OntoBase en informations décrites selon l'ontologie locale du producteur (OntoProd). Le système de planification du producteur récupère le projet de la BDPP et le planifie. Ensuite, le résultat de la planification décrit selon OntoProd est stocké dans la BDPP. Avant de l'envoyer à l'AA correspondant, le service de planification se base sur le RMP pour la traduction du plan proposé et décrit selon OntoProd en un plan décrit selon OntoBase. En recevant le résultat de la planification du

producteur, l'AA du client se base sur le RMC pour traduire les informations reçues et décrites selon OntoBase en informations décrites selon OntoSCEP, afin d'être bien interprétées par l'AC responsable du projet client. Si le plan proposé est convenable, une confirmation sera envoyée au producteur correspondant. Dans le cas du non validation du plan proposé, de nouvelles contraintes sont rajoutées par le client pour les activités restantes afin d'être planifiées dans le prochain cycle de planification.

VI. CONCLUSION

Du fait des difficultés que rencontrent les PME pour l'intégration des marchés électroniques actuels plutôt orientés projets, un modèle de marché orienté services a été présenté. Il permet de fédérer les savoir-faire des PME dans un environnement partagé où les clients viennent déclarer et définir les projets qu'ils veulent réaliser. Ce marché se caractérise par une construction simultanée de chaînes logistiques et offre une opportunité d'intégration équitable dans le marché d'affaires pouvant améliorer la présence des PME ayant un réel savoir-faire et des capacités limitées. Une architecture de planification distribuée interopérable a été décrite pour mettre en œuvre les concepts de ce marché. Cette architecture SCEP-SOA, basée sur l'utilisation conjointe du modèle générique de planification SCEP et du modèle de référence pour l'interopérabilité SOA, assure l'interopérabilité entre les différents systèmes de planification utilisés par les partenaires dans le marché orienté services. Pour garantir la compréhension et la bonne interprétation des informations échangées entre les différents systèmes de planification dans SCEP-SOA, une ontologie de planification globale et commune doit être mise en place. Cette ontologie sert de référence sémantique et permet une convergence sémantique entre les ontologies de planification des différents partenaires. Les perspectives de ces travaux portent sur le développement de l'ontologie de planification globale et l'ajout des composants sémantiques nécessaires pour son fonctionnement. Ensuite, une validation de l'architecture SCEP-SOA complète permettra d'en évaluer également ses performances.

VII. REFERENCES

- [1] R. I. Pires, S. C. Bremer, L. A. De Santa Eulalia and C. P. Goulart, « Supply Chain and Virtual Enterprises: Comparisons, Migration and a Case Study », *International Journal of Logistics: Research and applications*, Vol. 4, No. 3, p.p. 297-311, 2001.
- [2] E. Monsarrat, C. Briand et P. Esquirol, « Aide à la décision pour une coopération inter-entreprise », *RSJESA*, Vol. 39, p.p. 799-818, 2005.
- [3] P. Udomleartprasert, C. Jungthirapanich and C. Sommechai, « Supply Chain Management – SME Approach », *Proceedings of the IEEE International Engineering Management Conference (IEMC 2003)*, Albany, New York, USA, p.p. 345-349, ISBN 0-7803-8150-5, November 2003.
- [4] J. Park and J. Yang, « An International SME E-Marketplace Networking Model », *The Economics of Online Markets and ICT Networks*, Physica-Verlag HD, ISBN 978-3-7908-1706-5 (Print) 978-3-7908-1707-2 (Online), p.p. 245-257, 2006.
- [5] Booz.Allen & Hamilton Inc, « The e-Marketplace Revolution: creating and capturing the value in B2B e-Commerce », 2001, <http://www.boozallen.com/media/file/76890.pdf>.
- [6] W. Shen, W. Wang, and Q. Hao, « Agent based distributed manufacturing process planning and scheduling: A State-of-The-Art Survey », *IEEE Transactions on systems, man and cybernetics, part C: Applications and Reviews*, Vol. 36, No. 4, p.p. 563-577, 2006.
- [7] R. M. Lima, R.M. Sousa and P.J. Martins, « Distributed Production Planning and Control Agent-Based System », *International Journal of Production Research*, Vol. 44, No. 18, 19, p.p. 3693-3709, 2006.
- [8] G. LoNigro, M. Bruccoleri and G. Perrone, « Negotiation in Distributed Production Planning Environments », *International Journal of Production Research*, Vol. 44, No. 18, 19, p.p. 3743-3758, 2006.
- [9] R. Smith, « The contract net protocol: High-level communication and control in a distributed problem solver », *IEEE Trans on Comp*, Vol. 29, p.p. 1104-1113, 1980.
- [10] B. Archimede and T. Coudert, « Reactive Scheduling Using a Multi-Agent Model: The SCEP Framework », *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 14, No. 5, p.p. 667-683, 2001.
- [11] IEEE, « IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries », New York, NY, USA, 1990.
- [12] D. Chen, and G. Doumeings, « European Initiatives to develop interoperability enterprise applications - basic concepts, framework and roadmap », *Annual Reviews in Control*, Vol. 27, p.p. 153-162, 2003.
- [13] D. Nickull, « Service Oriented Architecture (SOA) and Specialized Messaging Patterns », *Technical White Paper*, Adobe Systems Incorporated, 345 Park Avenue San Jose, CA 95110-2704, USA, 2007.
- [14] T. R. Gruber, « Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing », *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 43, Issues 4-5, p.p. 907-928, November 1995.
- [15] M. Obitko and V. Marik, « Ontologies for Multi-Agent Systems in Manufacturing Domain », *Proceedings of the 13th International Workshop Database and Expert Systems Applications*, Vol. 2, No. 6, pp 597 – 602, 2002.
- [16] J. Zhou and R. Dieng-Kuntz, « Manufacturing Ontology Analysis and Design: towards Excellent Manufacturing », *2nd IEEE International Conference on Industrial Informatics*, Vol. 26, No. 26, pp 39 – 45, 2004.
- [17] C. E. Naiman and A. M. Ouksel, « A classification of semantic conflicts in heterogeneous database systems », *Journal of Organizational Computing*, Vol. 5, No. 2, pp. 167-193, 1995.
- [18] M. Nagarajan, K. Verma, A. P. Sheth, J. Miller, and J. Lathem, « Semantic interoperability of Web Services – Challenges and Experiences », *Proceedings of the IEEE International Conference on Web Services*, Chicago, USA, pp. 373 – 382, ISBN:0-7695-2669-1, 2006.
- [19] J. Tang, B. Y. Liang, and J. Z. Li, « Toward detecting mapping strategies for ontology interoperability », *WWW 2005*, Chiba, Japan, May 10-14, 2005.
- [20] N. Choi, I.Y. Slong, and H. Han, « A survey on ontology Mapping », *ACM SIGMOD Record*, Vol. 35, No. 3, pp 34 – 41, 2006.
- [21] S. F. Smith and M. A. Becker, « An ontology for constructing scheduling systems », *Working Notes of AAAI Press*, AAAI Symposium on Ontological Engineering, Palo Alto, CA, 1997.